GRAĐEVINAR

10
ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE
GODINA XVI
LISTOPAD 1964



UREĐENJE OBALE JUGOSLAVENSKE ARMIJE U RIJECI

RADOVE IZVODI
»KONSTRUKTOR«, GRAĐEVNO PODUZEĆE, RIJEKA

9564

»GRAĐEVINAR«

GOD. XVI BROJ 10

SADRŽAJ

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;

fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;

popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijetanciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;

jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

 — Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod NB Zagreb 400-181-608-331

Štamparija »VJESNIK« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB
BERISLAVIĆEVA 6
Telefon 38-114
Tekući račun 400-181-608-331

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Izlazi svakog mjeseca

Godišnja pretplata iznosi

Za poduzeća i ustanove

Prvi pretplatni primjerak . .	Din	12.000
svaki daljnji primjerak . . .	„	2.500
za ostale pretplatnike . . .	„	900
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta	„	400
za inostranstvo	„	4.000
pojedini broj za poduzeća i ustanove	„	250
za ostale	„	80

»GRAĐEVINAR« ima razvijenu oglasnu službu s ovim kategorijama oglasa

1. Oglašivanje privredne djelatnosti
2. Ponuda i potražnja materijala, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije
3. Ponuda i potražnja namještenja

PRETPLATITE SE NA GRAĐEVINAR

OGLAŠAVAJTE U GRAĐEVINARU



MINEX

GRAĐEVINAR

GOD. XVI LISTOPAD 1964. Br. 10

ODVODNJAVANJE RUDNIKA LIGNITA KREKA

Ing. Boris Švel, Zagreb

Uvod

Produkcija ugljena je jedan od osnovnih faktora privrednog potencijala svake zemlje jer ugljen je osnovna sirovina u industriji i baza u produkciji termoenergije. Protekli decenij karakterističan je po visokim investiranjima u proizvodnju ugljena u svijetu a također i u Jugoslaviji.

Bogate rezerve lignita broje se u našim rudarskim bazenima na desetke milijardi tona. Ove rezerve danas sagledivim kapacitetima industrije mogu osigurati sirovinu i pogon u vremenu koje je daleko izvan perspektive dugoročnog privrednog planiranja.

U našim lignitskim bazenima: Kosovu, Kostolcu, Kolubari, Kreki, Velenju i dr. ugljen se svojim većim dijelom nalazi ispod nivoa podzemne vode, te je za njegovo vađenje potrebno odvodnjavanje vodonosnih naslaga koje ga prate. Pod odvodnjavanjem ovdje se podrazumijeva spuštanje nivoa podzemne vode da ugljeni slojevi ostanu u suhom, ili da se barem djelomično snizi pritisak na jamske prostorije, koji u našoj praksi ide i do 300 m visine stupca vode.

Za odvodnjavanje rudnika (jama) i površinskih kopova, primjenjivalo se je više metoda. Danas kao najefikasnija metoda, koja je ušla u praksu kao posebna disciplina hidrotehnike, jeste odvodnjavanje pomoću bušenih bunara, iz kojih se dubinskim crpkama crpi podzemna voda.

U Jugoslaviji je ova metoda prvi puta upotrebljena u rudnicima lignita Kreka, gdje su postignuti dobri rezultati. Sve istražne, projektantske i izvođačke radove izvodi poduzeće »Geoistraživanja--Elektrosond« — Zagreb. Radovi na odvodnjavanju u Kreki započeti su 1957. godine, traju i danas, a trajat će praktično koliko i eksploatacija bazena.

Opća je karakteristika tih radova, da se istraživanja i generalna projektiranja mogu obaviti u određenom vremenskom periodu, dok izvedba traje do 30 i više godina, već prema planiranom vijeku pogona rudnika. Za razliku od ostalih hidrotehničkih objekata (hidroelektrana, vodovoda, kanalizacija, melioracija, regulcija itd.) koji se izvode na određenom mjestu, na kojem treba da normalno služe u svom predviđenom vijeku trajanja, odvodnjavanja rudnika lignita su dinamički sistemi u smislu prostora i vremena. Ovi sistemi podređeni su dinamici rudarskih radova, te se paralelno kreću s napredovanjem otkopavanja rudne supstance. Za ilustraciju, daje se kratki prikaz odvodnjavanja površinskog kopa lignita Drmno u bazenu Kostolac (Projekt: Geoistraživanja, 1960. god.).

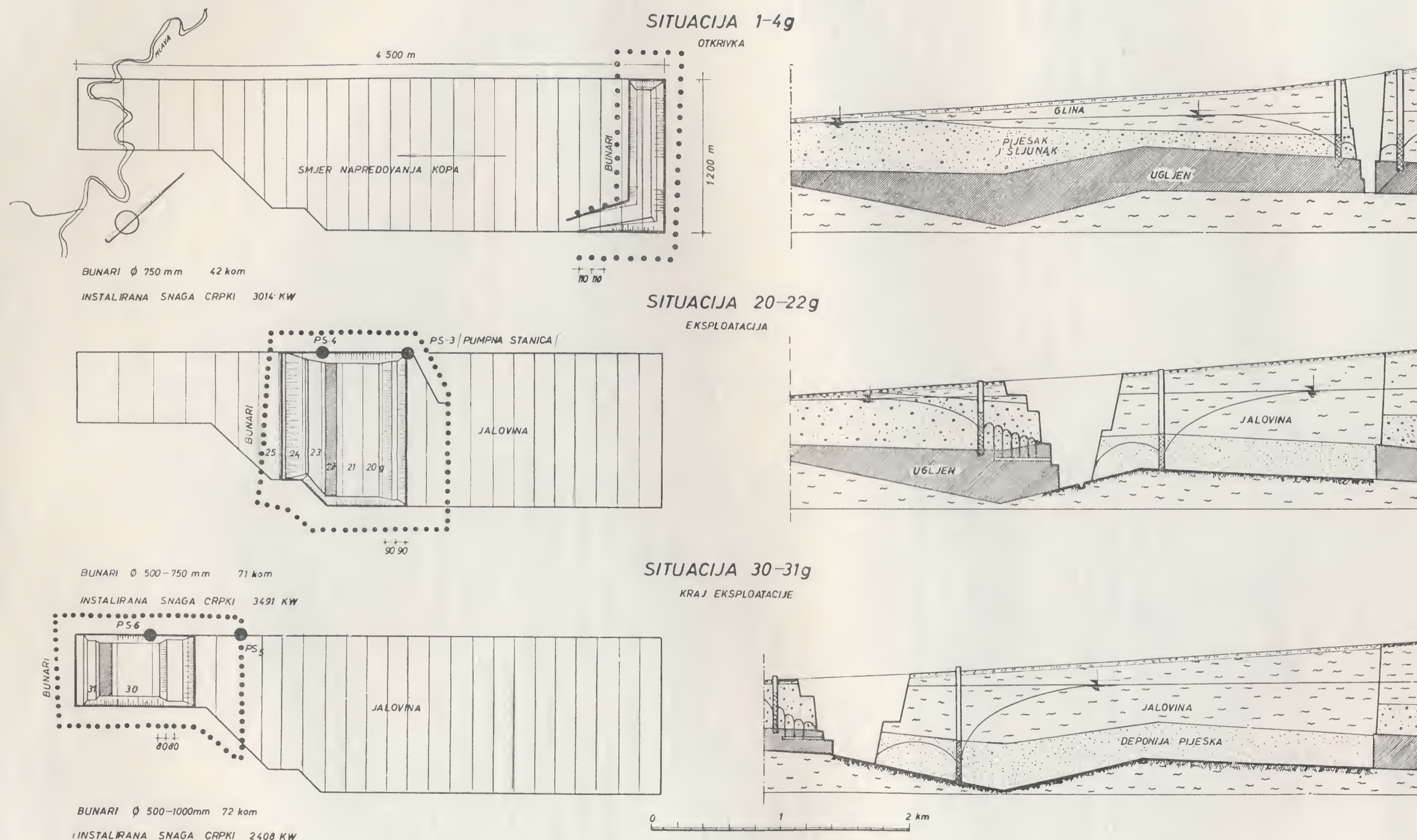
Površinski kop lignita Drmno (sl. 1) nalazi se na ušću Mlave u Dunav. Predviđeni kapacitet kopa je 3 miliona tona lignita godišnje, koji se otkopava iz sloja pokrivenog s prosječno 40 m lesa i šljunka s pjeskom. Cijeli kop je dug 4,5 km, širine 1200 m, a vijek eksploatacije predviđen je u trajanju od 31 godine.

U vodonosnom sloju, koji neposredno pokriva ugljen, nalazi se podzemna voda pod tlakom. Da bi se mogla izvršiti otkrivka i eksploatacija ugljena, potrebno je da se spusti nivo podzemne vode do ugljena. U tu svrhu je predviđeno bušenje 710 bunara promjera 450—1000 mm i kontinuirano crpenje vode podvodnim dubinskim crpkama u količini od 2—3 m^3/sek. Bunarima, koji se uvijek nalaze u obliku vijenca oko aktivnog otkopa, generalno se snizuje nivo podzemne vode do mogućeg maksimuma i sprječava prodor vode u otkop sa strane. Posebnim unutarnjim sistemom utisnih filtera, koji se buše kroz strop hodnika u ugljenu, snizuje se nivo podzemne vode do kraja. Za evakuaciju oborinskih voda i voda iz unutarnjeg sistema utisnih filtera predviđeno je šest podzemnih crpnih stanica pojedinačnog kapaciteta 1000 l/sek.

Kako se vidi na sl. 1, prikazana su tri stanja eksploatacije, aktivni otkop pomiče se u vremenu od sjeveroistoka prema jugozapadu na liniji dugoj 4,5 km. Zajedno s napredovanjem čela kopa, buše se novi nizovi bunara, dok se stari bunari postepeno napuštaju. Na taj se način seli cijeli sistem odvodnjavanja od lokacije početne otkrivke do kraja otkopnog polja, u vremenu od 31 godine.

Osnovnim je projektom moguće predvidjeti generalnu dispoziciju sistema u određenoj dinamici rudarskih radova. Detaljne se dispozicije na nivou izvedbenog projekta određuju, međutim, tokom samog izvođenja, na temelju kontinuiranih opažanja i istraživanja, kojima se dobivaju elementi realnog stanja. Prisustvo i intervencija projektanta je potrebna tokom cijelog trajanja rada sistema, jer se stanje na terenu mijenja iz godine u godinu.

U zemljama s intenzivno razvijenim rudarstvom (Poljska, Njemačka, SSSR i dr.) postoje projektantske i izvođačke organizacije koje se isključivo bave odvodnjavanjem rudnika. Visokim ulaganjima u produkciju ugljena u našoj zemlji, stvoreni su uslovi i potreba za takvim organizacijama. Vrijednost pojedinih projekata (odvodnjavanje površinskog



Sl. 1: Shema odvodnjavanja površinskog kopa lignita Drmno (Bazen Kostolac)

kopa Drmno iznosi 17 milijardi dinara) a posebno vrijednost dobivene supstance, opravdavaju i zahtijevaju primjenu suvremenih metoda rada, čija cijena redovno ne prelazi 10% vrijednosti izvađenog ugljena.

Općenito, u eksploataciji lignita, sve manju ulogu igraju geološke i hidrogeološke prilike ležišta, pa čak i kalorična vrijednost supstance, jer se masovnim otkopavanjem uz upotrebu suvremeno mehanizirane opreme postiže povoljan stepen rentabiliteta, gdje se račun ekonomičnosti pogona često proširuje i na finalne produkte šireg kompleksa industrije vezane na potrošnju lignita. Primjenom teorije i praktičnih metoda tehnike odvodnjavanja pristupa se danas rentabilnoj eksploataciji lignitskih ležišta, gdje je ranije dolazilo do velikih gubitaka rudnih rezervi, uslijed prisustva podzemne vode. Pristupa se eksploataciji i onih potopljenih lignitskih ležišta koja su bila otpisana iz eksploatabilnih rezervi.

Ovdje se želi dati kratak prikaz metoda rada na odvodnjavanju ugljenog bazena Kreke, s procjenjenim rezervama od četiri milijarde tona lignita, kalorične vrijednosti do 3500 kg/cal.

Koncepcija odvodnjavanja

Krekanski se lignitski bazen prostire uz grad Tuzlu, i podijeljen je na Sjeverni i Južni sinklinorij. U eksploataciji je Sjeverni sinklinorij, na površini od 70 km² (sl. 2). Ugljen dolazi u četiri sloja debljine 10—15 m, koji se od izdanaka na površini terena spuštaju k centru sinklinale do dubine od oko 1.000 m. Ispod donja tri sloja nalaze se vodonosni pijesci, koji kontinuirano prate ugljen.

Šest aktivnih rudnika eksploatiraju danas ugljen Sjevernog sinklinorija. Rezerve rudne supstance iznad nivoa podzemnih voda uglavnom su već iscrpljene, te se pristupilo otkopavanju ugljena koji se nalazi ispod nivoa podzemne vode.

Danas jamski radovi silaze sve više u dubinu, gdje na podinu djeluju hidrostatski pritisci podzemne vode iz vodonosnih pijesaka. Da ne bi došlo do provale podzemne vode u jamu, moraju se između jamskih prostorija i vodonosnog pijeska ostavljati zaštitne ploče ugljena, ili se mora crpljenjem sniziti nivo podzemne vode (sl. 3).

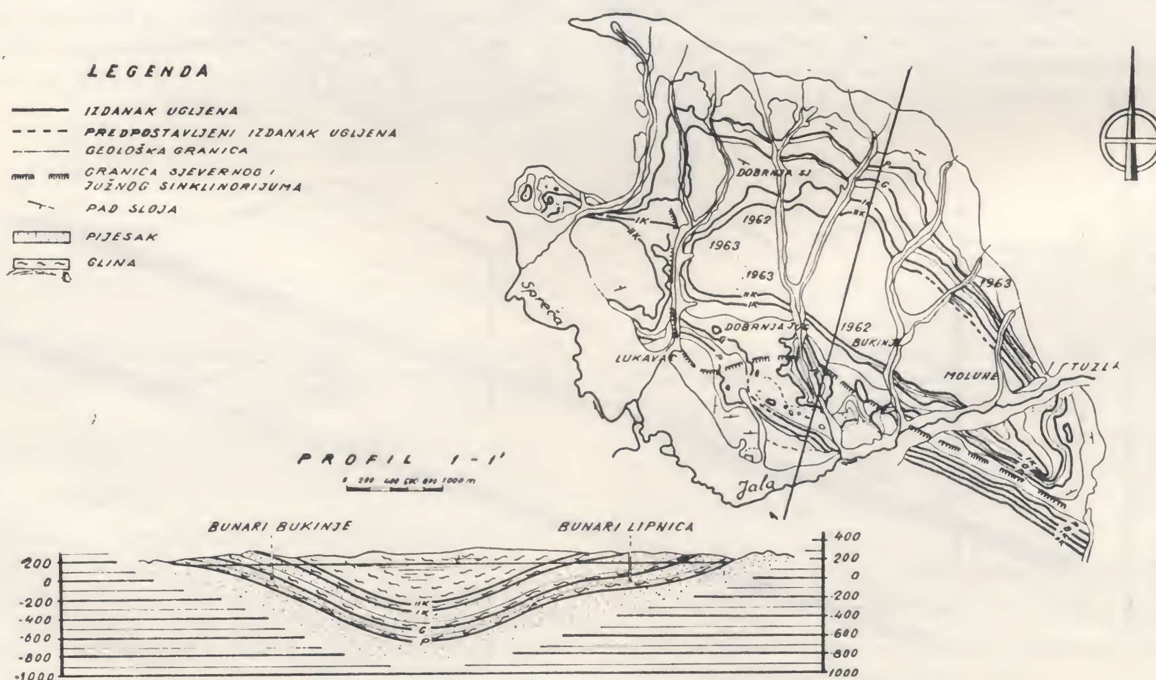
U početnoj eksploataciji ugljena, ispod nivoa podzemne vode ostavljale su se zaštitne ploče, koje su silazom jamskih radova u dubinu zbog rastućeg hidrostatskog pritiska postajale sve deblje, te se je zauvijek gubio dio rudne supstance, a nije ni postignuta potpuna sigurnost od provale vode. Zato je odlučeno, da se crpenjem spusti nivo podzemne vode, omogući eksploatacija ugljena u normalnim uslovima, s krajnjom svrhom boljeg iskorištenja prirodnih rezervi, pojeftinjenja produkcije i povećanja sigurnosti rada u jami.

Rješenju problema odvodnjavanja pristupilo se po vremenskom programu i tehničkoj koncepciji u tri etape:

1. U prvoj etapi od 1957. do 1960. godine izvođeni su kompleksni istražni radovi, kojima je bilo predviđeno da se ispitaju svi prirodni i tehnički uvjeti za realizaciju odvodnjavanja cijelog Sjevernog sinklinorija.

2. U drugoj etapi od 1960. do 1962. godine izvršeno je praktično odvodnjavanje zapadnog krila rudnika Lipnice, jednog između aktivnih pogona Kreke.

Praktičnim odvodnjavanjem u rudniku Lipnica, provjerene su teoretske postavke projektne koncepcije, a stvarni rezultati korišteni su kao realna baza daljnjih teoretskih i praktičnih radova.



Sl. 2: Sjeverni sinklinorij ugljenog bazena Kreka

3. U trećoj fazi, od 1962. godine dalje, pristupilo se realizaciji širokog programa odvodnjavanja na svim rudnicima Sjevernog krekanskog sinklinorija, a na temelju rezultata provedenih kompleksnih istražnih radova i praktičnog odvodnjavanja rudnika Lipnica.

Ovakvim osnovnim programom rada, od istraživanja do punog pogona u eksploataciji, dobiveni su u postavljenom vremenskom programu potrebni podaci i rezultati za postepenu realizaciju procesa odvodnjavanja. Potrebno je naglasiti da je, za racionalno postavljanje punog procesa odvodnjavanja, vremenski faktor od prvorazrednog značenja.

Kompleksni istražni radovi

Kompleksnim istražnim radovima, koji su izvedeni na širem području Sjevernog sinklinorija. Kreke u periodu od 1957—1960. god., željelo se ispitati geološku strukturu i hidrogeološke odnose ležišta, vodni bilans, geomehaničke karakteristike tla, hidrokemijske osobine podzemne vode, i uopće sve prirodne karakteristike ležišta, da se donese ocjena o mogućnostima realizacije odvodnjavanja vodonosnih naslaga. U istom periodu obavljena su ispitivanja primjene tehničkih metoda bušenja bunara i utisnih filtara (bušotina iz jame), s istom svrhom.

Na bazi rezultata izvršenih istraživanja, donesen je zaključak da postoje realni uvjeti za pristupanje širem zahvatu odvodnjavanja.

Geološkim istraživanjima obuhvaćeno je površinsko kartiranje i strukturno bušenje. Izvršeno je kartiranje šireg i užeg područja Sjevernog sinklinorija i izvedeno je 246 strukturnih bušotina, ukupne dužine 33.930 m. Bušotinama u centru sinklinorija dosegnuta je dubina od 1.200 m. Utvrđeno je da pliocenski sedimenti produktivne serije predstavljaju kompleks u kojem se u vertikalnom smislu izmjenjuju propusne i nepropusne naslage (ritmička sedimentacija), te da među vodonosnim naslagama, koje kontinuirano prate tri donja ugljena sloja (podinski, glavni i I krovni), nema komuniciranja podzemnih voda. Tako je utvrđeno da svaki vodonosni sloj predstavlja zasebnu izoliranu cjelinu, što je bilo od osnovne važnosti za rješavanja zahvata odvodnjavanja.

Geofizičkim istraživanjima, seizmičkom i geoelektričnom metodom, utvrđena je struktura i raspored ugljenih slojeva ispod aluvijalnih nanosa rijeka Spreče i Jale. Ovim mjerenjima je također utvrđeno, da u području ugljenog ležišta nema rasjeda..

Definiran je odnos između ugljenog i susjednog sonog ležišta, te je utvrđeno da među ležištima nema komunikacije podzemnih voda.

Hidrološkim mjerenjima obuhvaćeno je šire područje slivnih površina vodotoka, koji teku kroz istraživano područje. Uspostavljene su ombrometrijske i limnigrafske stanice, te je obavljana registracija oborina i proticanjnih količina, u vodotocima (sl. 4). Izvršen je proračun vodnog bilansa za period od 1958. do 1960. godine, s elementima:

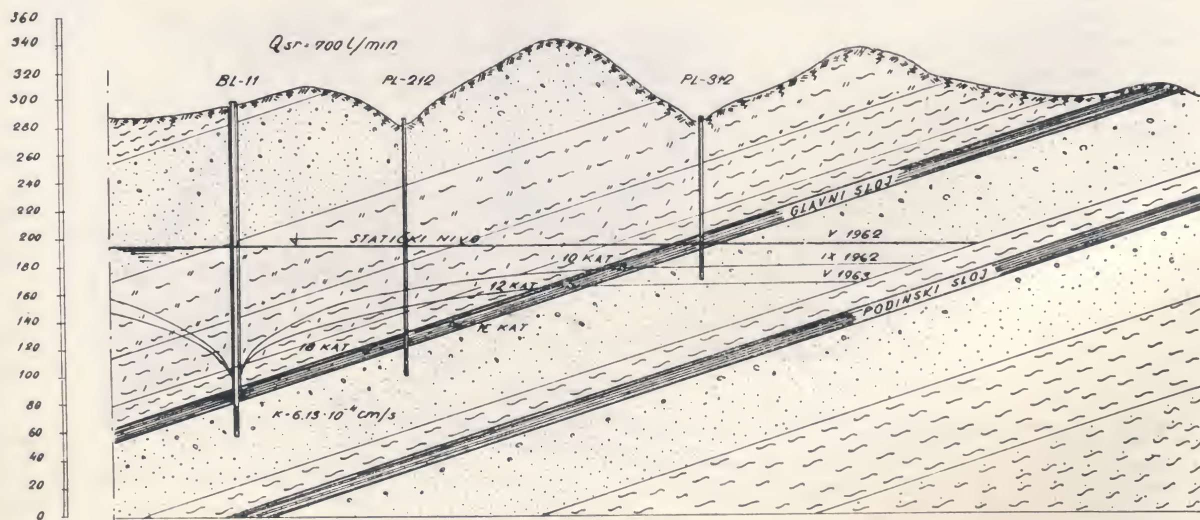
Površina slivnog područja	140,40 km²
Srednja visina oborina	787 mm/god.
Ukupna količina oborina	110.500.000 m³/god.

Utvrđeni su članovi vodnog bilansa:

Ukupna količina oborina	110,500.000 m³	ili	100%
Oticanje	49.725.000 m³	ili	45%
Isparavanje	44.200.000 m³	ili	40%
Poniranje	16,575.000 m³	ili	15%
Ukupno:	110,500.000 m³		100%

Isparavanje je računato na temelju relativne vlažnosti zraka. U tom periodu je crpljena iz jama rudnika Sjevernog sinklinorija procjedna voda u količini cca 10,000.000 m³/god., a depresije su opažane samo u blizini jama.

Hidrogeološkim radovima obuhvaćeno je ispitivanje strukture i osobina vodonosnih slojeva, kartiranje pojava vode na površini i u jamama rudnika, ispitivanja mogućnosti odvodnjavanja vodonosnih slojeva utisnim filtrima i bunarima, te ispitivanja hidrogeoloških odnosa uopće.



Sl. 3: Presjek kroz ugljene slojeve (rudnik Lipnica)

Karakterističan razvoj produktivne serije pokazuje punu pravilnost u svim slojevima sinklinorija: gline u krovini ugljenih slojeva prelaze u prah, zatim u pjeskoviti prah, i na kraju u pijesak iznad kojeg se nalaze mlađi ugljeni slojevi.

Laboratorijskim ispitivanjem uzoraka jezgri utvrđene su ove karakteristike vodonosnih slojeva:

— srednja poroznost 37,9%,

— srednja specifična izdašnost koja je računata na bazi efektivnog promjera zrna za pijesak glavnog ugljenog sloja 8,3%,

— koeficijent propusnosti kreće se od 1×10^{-4} do 1×10^{-6} cm/sek, zavisno od dubini iz koje je uzet uzorak.

Propusnost slojeva postepeno pada po dubini od prelaza pjesaka u prah do potpuno nepropusnih glinenih sedimenata. Koeficijenti propusnosti određeni prema granulometrijskim analizama pokazuju izvjesna odstupanja od vrijednosti dobivenih pokusnim crpljenjem bunara, pa su za hidraulički račun uzete ove posljednje vrijednosti.

Vrlo je povoljna okolnost za odvodnjavanje da se u bližoj podini ugljena nalaze propusniji slojevi, koji se brže dreniraju od dubljih manje propusnih

Bunari su bušeni metodom reversne cirkulacije, promjera bušenja ⌀ 750—1.000 mm, dubine do 200 m, i klasičnom rotacionom metodom ⌀ 600 mm. Usvojena je rotaciona metoda, jer je pokazala prednosti u pogledu brzine bušenja, stabilnosti bušotine i ekonomije izvedbe.

Također su bušeni utisni filtri iz hodnika jama, sa svrhom ispitivanja mogućnosti lokalnog odvodnjavanja, te su postignuti zadovoljavajući rezultati.

Geomehaničkim istraživanjem obuhvaćeno je kartiranje poremećenja površine uslijed jamskih radova, te ispitivanje odnosa zarušavanja kao funkcije napredovanja jamskih radova. Također su laboratorijski ispitivana geomehanička svojstva tla, u koju svrhu je izbušeno oko 500 plitkih sondažnih bušotina. Geodetskim mjerenjima stalnih repera ispitivana su pomicanja terena u poremećenim zonama.

Hidrokemijskim istraživanjima ispitivana su svojstva i sastav vode, za upotrebu u komunalne i industrijske svrhe. Klasifikacija voda po zonama na temelju kemijskih analiza, poslužila je, uz ostala ispitivanja, za utvrđivanje hidrogeoloških odnosa u sinklinoriju.



Sl. 4: Limingrafi i ambrometrijske stanice

partija, čime se skraćuje vrijeme crpenja za potrebno sniženje nivoa podzemne vode u podini ugljena.

Za osmatranje stanja nivoa podzemne vode izbušene su 124 pijezometarske bušotine, ukupne dubine 12.700 m.

U sklopu kompleksnih istražnih radova izbušeno je više pokusnih bunara na karakterističnim lokacijama sinklinorija, sa svrhom odabiranja metode bušenja, optimalne konstrukcije bunara i ispitivanja karakteristika vodonosnog sloja pokusnim crpenjem.

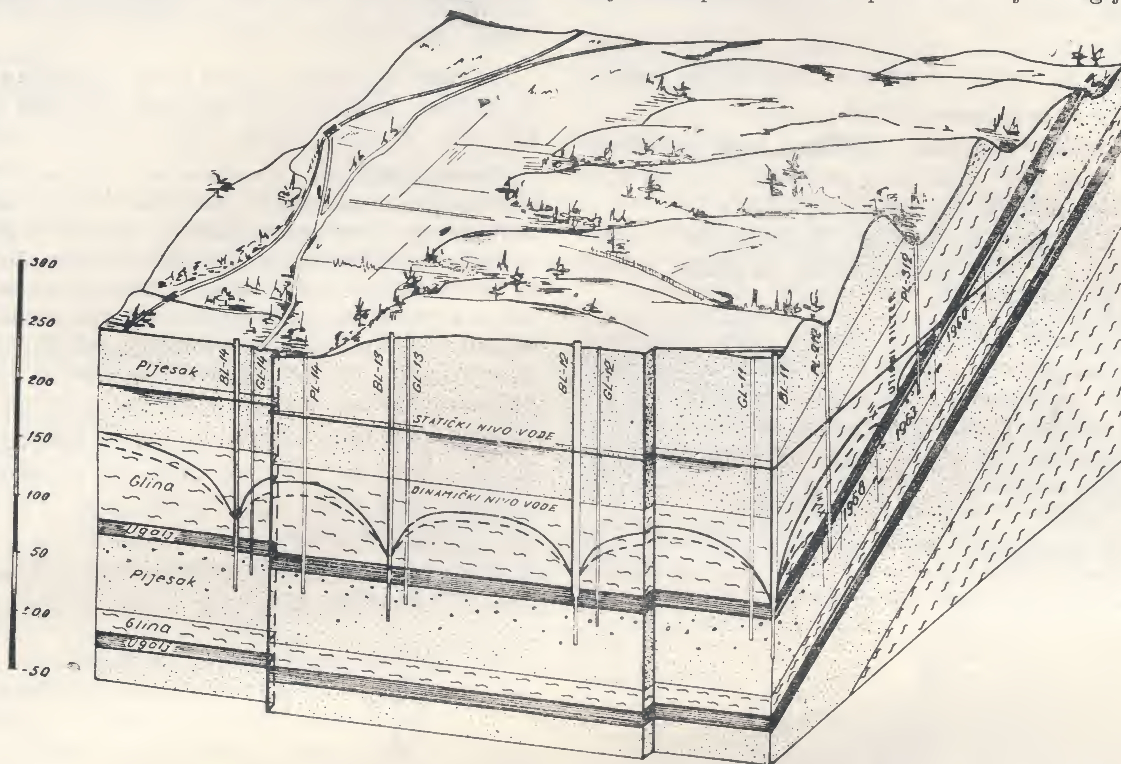
Koristeći se rezultatima kompleksnih istražnih radova, zaključeno je da se mogu odvodnjavati ograničene zone pojedinih slojeva prema potrebama operativnih planova rudnika, i da za postizavanje potrebnog sniženja podzemne vode nije potrebno odmah pristupiti odvodnjavanju širih područja .

Za osnovni sistem odvodnjavanja odabrane su galerije (linije) dubokih bušenih bunara, a za lokalna sniženja nivoa podzemne vode, po potrebi, utisni filtri bušeni iz hodnika jama.

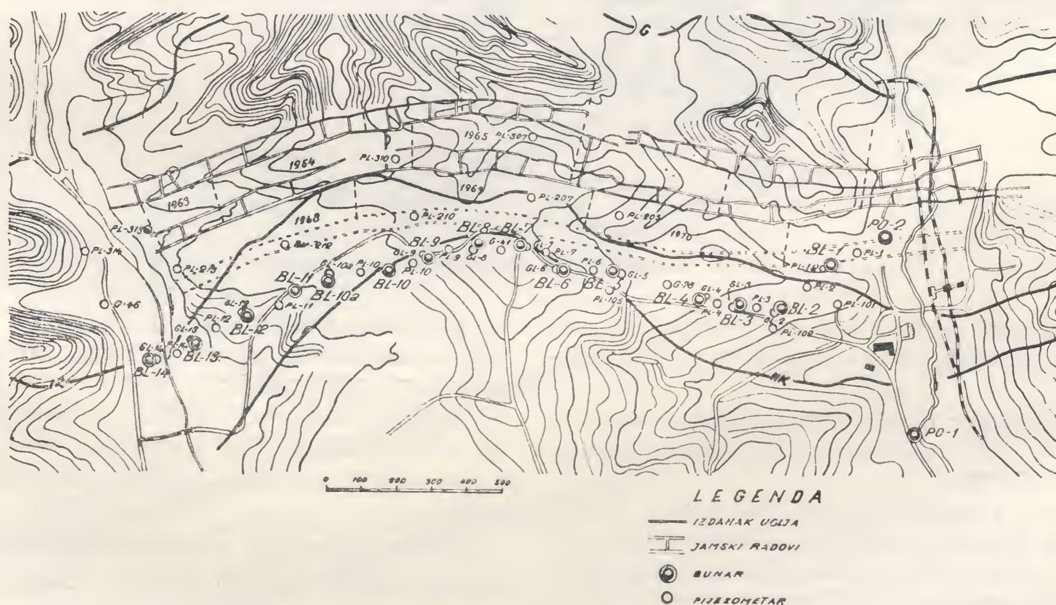
Odvodnjavanje rudnika Lipnica

Nakon provedenih kompleksnih istražnih radova na području Sjevernog krekanskog sinklinorija, pristupilo se 1961. god. praktičnom odvodnjavanju jame Lipnice, jednog od šest aktivnih rudnika Kreka da se prije otvaranja širokog pohvata odvodnjavanja bazena Kreka provjere teoretske postavke projekta, tehnika izvođenja i rentabilnost radova.

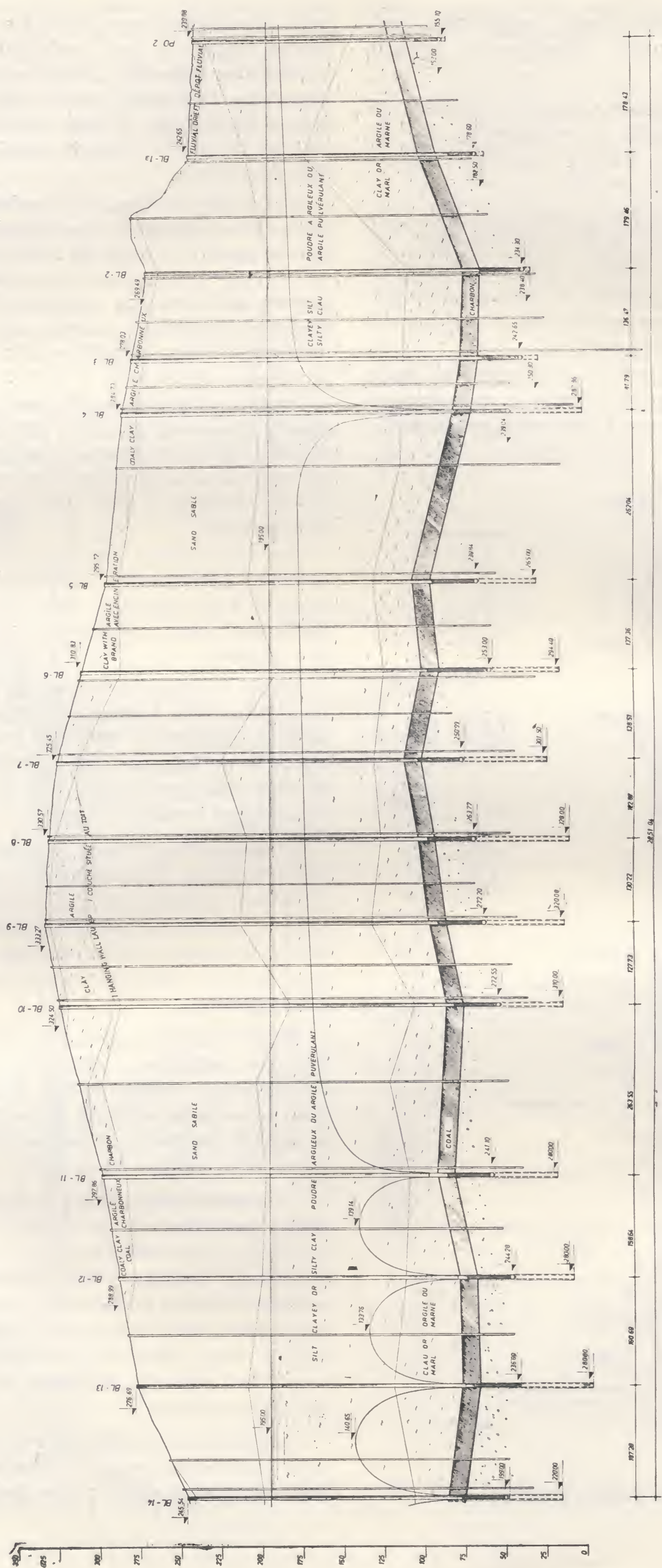
Rudnik Lipnica smješten je na obodu sinklinorija i eksploatira koso položene slojeve ugljena ispod kojih se nalaze šljunkovito pješćani slojevi s vodom pod pritiskom (sl. 3). Osnovna koncepcija odvodnjavanja vidi se na sl. 5. Crpenjem bunara



Sl. 5: Odvodnjavanje rudnika Lipnica, bušenim bunarima



Sl. 6: Situacija — bunari za odvodnjavanje rudnika Lipnica



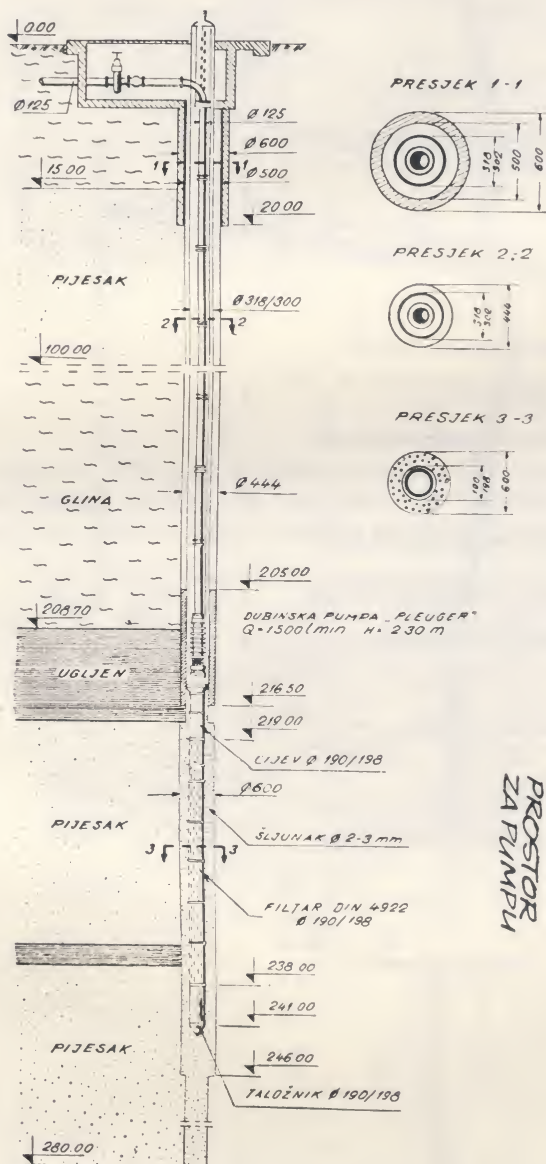
Sl. 7: Uzdužni profil kroz galeriju bunara

smještenih ispred jame, treba sniziti nivo podzemne vode i omogućiti napredovanje jamskih radova po padu sloja.

Kako se vidi, u poprečnom profilu uslijed koso položenih slojeva, moguće je crpenjem postići duboku depresiju u liniji bunara i potreban efekt u zoni rudarskih radova.

Galerija bunara zatvara se izdankom sloja područja rudarskih radova, koje treba odvodniti. Linija bunara nalazi se, prema tome, u vodnom horizontu ograničenom s jedne strane izdankom sloja, dok je druga strana prema centru sinklinorija praktički za crpenje neograničena.

U početku crpenja stvara se okomito na liniju bunara simetrična depresija. Kako je, međutim, zaliha vode između bunara i izdanaka ograničena, i



Sl. 8: Tip bunara galerije

jer u to područje nema dotoka sa strane, nivo vode tokom crpenja u tom području pada, te nastaje asimetrična depresija. Nakon određenog vremena, bunarima praktički dotiče voda samo sa strane centra sinklinorija. Učinak crpenja na strani ograničenog horizonta svodi se tada na održanje postojeće depresije.

Režim odvodnjavanja u rudniku Lipnica bio je definiran programom eksploatacije, koji je postavljen za period od 1962. do 1970. godine. Na situaciji (sl. 6) vide se područja otkopavanja po godinama i galerija od 14 bunara s pijezometrima. Prema vremenskom programu otkopavanja, trebalo je sinhronizirati sitem odvodnjavanja tako, da čelo napredovanja jame bude uvijek u suhom.

Relativno malen koeficijent propusnosti vodonosnog sloja reda $K = 5 \times 10^{-4}$ cm/sek i kosi položaj slojeva dozvoljavaju stvaranje dubokih lokalnih depresija, pa je projektom predviđeno da se redovno odvodnjava samo uska zona aktivnih rudarskih radova.

Za postavljanje programa trebalo je odrediti raspored i međusobni razmak bunara i vrijeme crpenja kao funkciju potrebnog sniženja nivoa podzemne vode na određenoj udaljenosti od galerije bunara.

Linija bunara postavljena je paralelno s rudnikom. Bunari su bušeni do dubine 320 m, sa završnim promjerom ϕ 600 mm i međurazmacima od 140—150 m, kako se vidi na uzdužnom profilu (sl. 7). Mikrolokacije bunara bile su uvjetovane konfiguracijom brdskog terena.

U neposrednoj blizini bunara bušene su strukturne bušotine, koje su kasnije iskorištene kao pijezometri. Između bunara i u području rudarskih radova, također su bušeni pijezometri (sl. 6). Ovakvim je sistemom pijezometarskih bušotina, omogućeno detaljno praćenje sniženja nivoa vode u zoni odvodnjavanja.

Bunari galerije Lipnica bušeni su klasičnom rotacionom metodom s glinenom isplakom do vodonosnog sloja i čistom vodom kroz pijesak. U vodonosnom sloju je bušotina naknadno proširivana, da se poveća kaptažna sposobnost bunara. Konstrukcija bunara vidljiva je na sl. 8.

Dimenzioniranje filtera i šljunčanog zasipa oko filtara provedeno je na temelju sastava vodonosnog sloja. U tu svrhu izvršeno je granulometrijsko ispitivanje uzoraka jezgre, dobivene strukturnim bušenjem cijelog vodonosnog sloja. Svaki odabrani ispitivani uzorak predstavlja interval visine vodonosnog sloja jednakog granulometrijskog sastava, a granice intervala određene su vizuelnom determinacijom jezgre.

Iz granulometrijskih krivulja ispitivanih intervala konstruiran je »granulometrijski profil« cijelog vodonosnog sloja, prema prikazu na sl. 9.

Na ordinati su redom naneseni intervali ispitivanja vodonosnog sloja, a na apcisi — procentualni težinski udio pojedinih frakcija za svaki interval. Sumarni težinski procenti karakterističnih promjena zrna određene granulometrijske krivulje, naneseni su kao vertikalne linije u odgovarajući interval granulometrijskog profila.

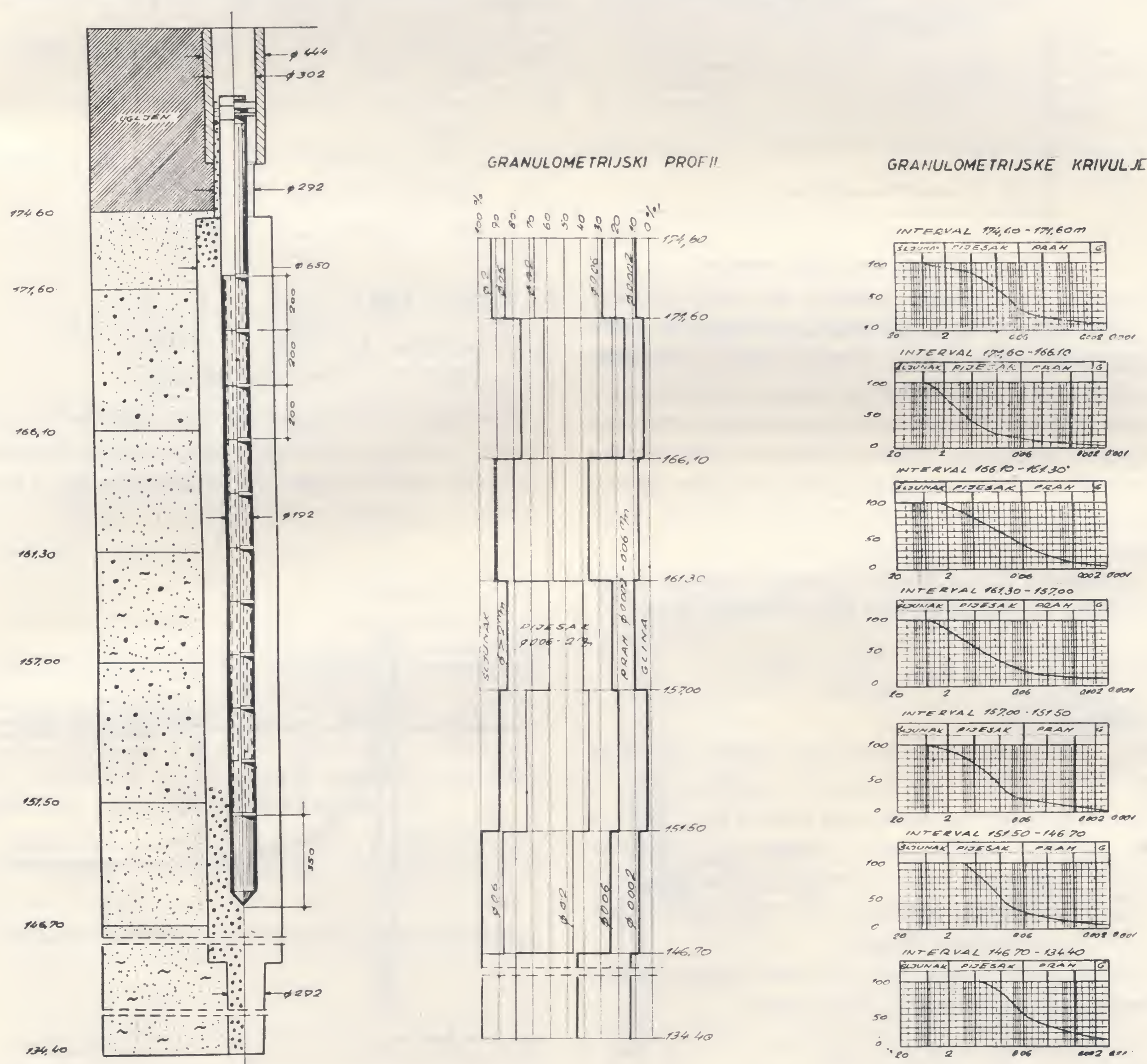
Spajanjem vertikalnih linija iste vrijednosti, koje označuju procentualne težinske granice frakcije sloja, dobiven je granulometrijski profil, i tako se ne pregledan način vidi sastav cijelog vodonosnog sloja po visini.

Podebljanjem graničnih linija karakterističnih veličina zrna: 2 mm, 0,06 mm i 0,002 mm (sl. 9) dobiven je pregled udjela šljunka, pijeska, praha i gline u sloju.

Vodonosni slojevi u prirodi obično dolaze sastavljeni od proslojaka različitog granulometrijskog sastava. Za određivanja sastava i karakteristika cijelog sloja po visini, obavljaju se normalno granulometrijske analize pojedinih proslojaka. Prema rezultatima granulometrijskih analiza, u geološki profil sloja upisuju se osnovne geomehaničke karakteristike proslojaka po AC klasifikaciji, ili sl. Tako se dobiva osnovni pregled sastava cijelog vodonosnog sloja po visini.

Za dobivanje precizne slike cijelog vodonosnog sloja, konstruiran je granulometrijski profil koji sadržava podatke svih granulometrijskih krivulja na jednom mjestu. Ovakav način prikazivanja je posebno praktičan kada je vodonosni sloj debeo, kao u Kreki, gdje je iz jedne strukturne bušotine prosijavano i do 30 uzoraka.

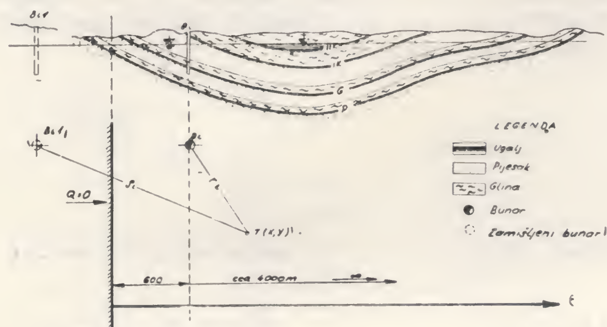
Prema »granulometrijskom profilu« dimenzioniran je filtar, tako da je krupnoća zrna filtarskog šljunčanog zasipa uzeta 5—6 puta veća od srednje 60—80% sumarne procentualne težine, zavisno o sastavu vodonosnog sloja.



Sl. 9: Granulometrijski profil i detalj filtra bunara

Granulometrijski profili služili su i kao osnova za određivanje dužine i visinskog položaja filtra u sloju. Nadalje, iskorišteni su i kod osvajanja bunara i odabiranja tehnike ispiranja filtra. Prema granulometrijskom sastavu sloja, a posebno prema položaju proslojaka veoma sitnog pijeska i praha, koji su odmah uočljivi na granulometrijskom profilu, određen je intenzitet i trajanje osvajanja pojedinih intervala. Za osvajanja bunara postavljen je kriterij, da prilikom pokusnog crpenja — količina pijeska u vodi ne prelazi 5 gr/m^3.

Ulazne brzine vode u bunar proračunate su s obzirom na završni promjer bušenja, i ne prelaze 0,5 mm/sek. Stvarne ulazne brzine u području prirodnog filtra, stvorenog osvajanjem bunara, znatno su još manje.



Sl. 10: Shema položaja bunara

Hidraulički račun proveden je za sniženje nivoa podzemne vode u zoni odvodnjavanja rudarskih radova, koja se proteže paralelno s galerijom bunara. Sniženje je računato kao funkcija vremena crpenja, rasporeda bunara i hidrogeoloških karakteristika vodonosnog sloja, koji je s jedne strane ograničen metodom F. M. Bočevera i N. N. Verigina.

Osnovna jednadžba za proračun sniženja u nekoj tačci vodonosnog sloja pod pritiskom glasi:

$$S = \frac{Q_{sum}}{2\pi KM} \times R$$

gdje je:

Q_{sum} — ukupni kapacitet grupe bunara u m^3/dan,
K — koeficijent propusnosti u m/dan,
M — debljina vodonosnog sloja u m,
R — hidraulički otpor, zavisan o rasporedu bunara, koeficijentu pijezoprovodljivosti, vremenu crpenja i kapacitetu svakog pojedinačnog bunara.

Hidraulički otpor kod polubeskonačnog vodonosnog sloja računat je po jednadžbi:

$$R = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \left[E_i \left(-\frac{r_i^2}{4at}\right) + E_i \left(-\frac{\varrho_i^2}{4at}\right) \right]$$

gdje je:

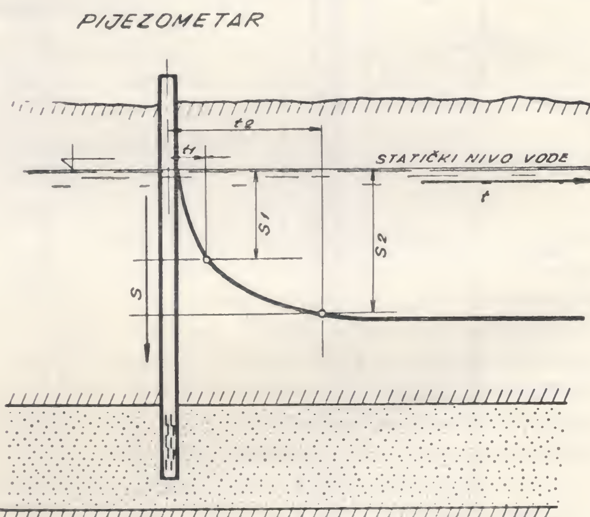
α_i — $\frac{Q_i}{Q_{sum}}$
Q_i — kapacitet pojedinog bunara u (m^3/dan),
r_i — rastojanje od tačke u kojoj se proračunava hidraulički otpor do svakog bunara (m),
a — koeficijent prijezoprovodljivosti ($m/^2$dan),
t — vrijeme crpenja (dani),
ϱ_i — rastojanje od tačke u kojoj se proračunava hidraulički otpor do zamišljenog bunara simetrično postavljenog u odnosu na granicu sloja (m),
E_i (—x) — integralni pokazatelj funkcije.

Koeficijent pijezoprovodljivosti definiran je izrazom:

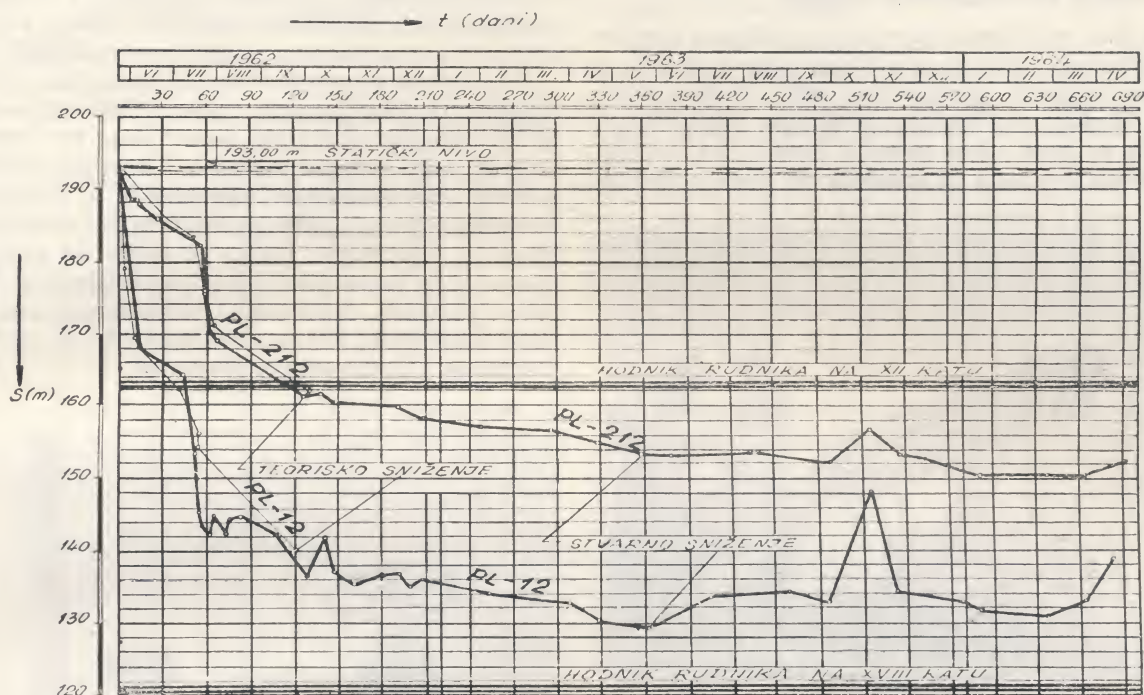
$$a = \frac{K}{(m\beta_v + \beta_s)\delta} = \frac{K}{\delta \cdot \beta} = 1.000 - 50.000 \text{ cm}^2/\text{sek}$$

β_s — koeficijent stišljivosti stijene (vodonosnog sloja),
β_v — koeficijent stišljivosti vode (zavisan o mineralizaciji, sadržaju plinova i sl.),
β_s — $(0,3 - 2)10^{-5} \frac{1}{atm}$
β_v — $(2,7 - 5)10^{-5} \frac{1}{atm}$
m — poroznost 0,3 — 0,4,
δ — specifična težina vode (gr/cm^2).

Koeficijent pijezoprovodljivosti određen je na temelju rezultata pokusnog crpenja jednog bunara i krivulje padanja nivoa za vrijeme crpenja u osmatranom pijezometru (sl. 11).



Sl. 11: Sniženje nivoa u pijezometru, kao s = f (t)



Sl. 12: Dijagram sniženja nivoa u bunaru, kao $s = f\ (t)$

$$S_1 = \frac{Q_{sum}}{4\Pi KM}\left[E_i\left(-\frac{r^2}{4at_1}\right) + E_i\left(-\frac{\delta^2}{4at_1}\right)\right]$$

$$S_2 = \frac{Q_{sum}}{4\Pi KM}\left[E_i\left(-\frac{r^2}{4at_2}\right) + E_i\left(-\frac{\delta^2}{4at_2}\right)\right]$$

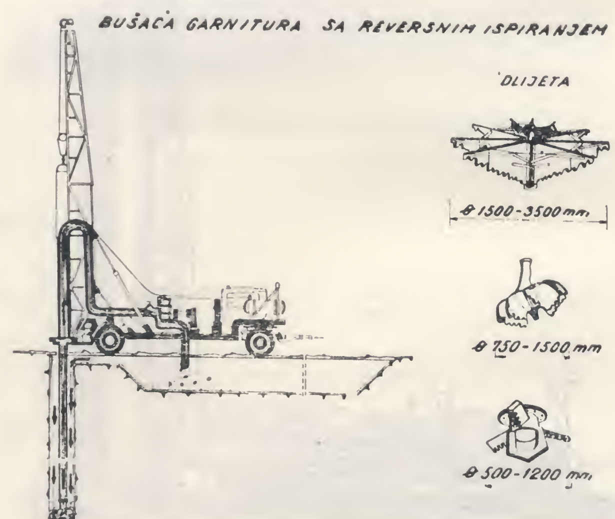
$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{E_i\left(-\frac{r^2}{4at_1}\right) + E_i\left(-\frac{\delta^2}{4at_1}\right)}{E_i\left(-\frac{r^2}{4at_2}\right) + E_i\left(-\frac{\delta^2}{4at_2}\right)}$$

U ovoj jednadžbi poznate su vrijednosti i S_1, S_2, t_1, t_2, r_i. Nepoznata je samo vrijednost koeficijenta pijezoprovodljivosti »a«. Jednadžba je rješavana grafičko-analitički, uvrštavanjem raznih vrijednosti »a«. Dobivenom vrijednosti za koeficijent pijezoprovodljivosti $a = 1{,}0 \times 10^{-5} m^2/dan$, proračunate su vrijednosti za sniženja, a rezultati proračuna prikazani na grafikonu $S = f\ (t)$, sl. 12.

Proračun je izvršen za sniženje postignuto crpenjem bunara BL-11, BL-12, BL-13 i BL-14, koji su postepeno puštani u pogon, što je uzeto u obzir u račun, te je hidraulički otpor računat prema izrazu:

$$R_I = \sum_{i=1}^{n} I_i\ R(t - t_{i-1}).$$

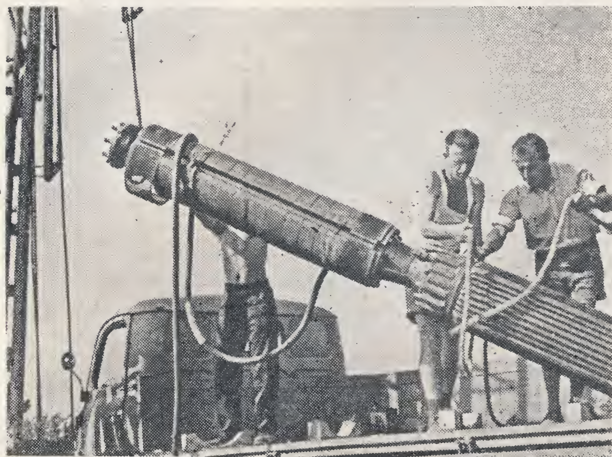
Na grafikonu $S = f\ (t)$, sl. 12 ,vidi se da proračunatim vrijednostima odgovaraju stvarno izmjerena sniženja nivoa podzemne vode u osmatranim pijezometrima za vrijeme crpenja. Ova metoda hidrauličkog proračuna usvojena je za postavljanje daljnjih galerija bunara, jer relativna pravilnost hidrogeoloških prilika cijelog sinklinorija omogućava primjenu iznesenih teoretskih postavki, koje su potvrđene rezultatima u dovoljnim granicama tačnosti za praktičnu primjenu.



Sl. 13: Bušača garnitura s reversnim ispiranjem

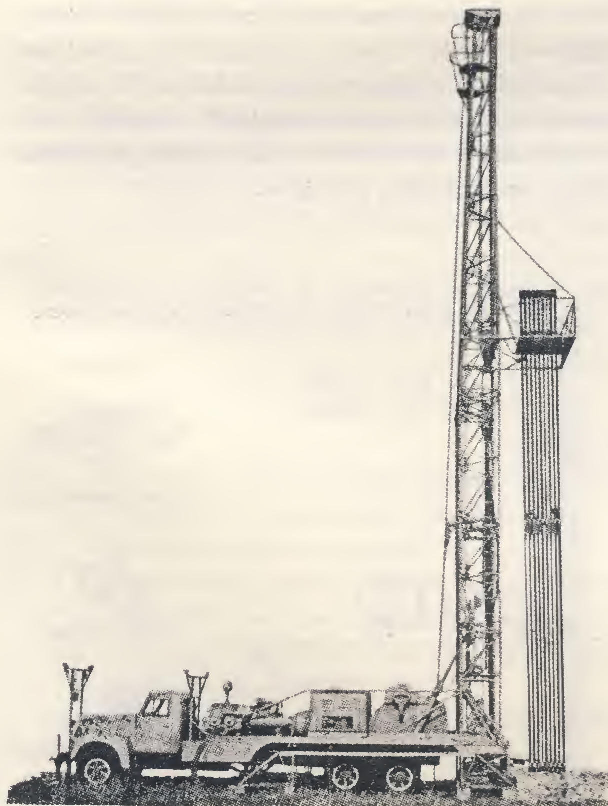
Sistematsko odvodnjavanje rudnika

Na bazi pozitivnih tehničkih rezultata i povoljne ekonomske analize praktičnog odvodnjavanja u rudniku Lipnica, pristupilo se 1962. godine realizaciji širokog regionalnog programa odvodnjavanja, te se buše nove galerije bunara na ostalim rudnicima. Do sada je izbušeno 40 bunara dubine



Sl. 14: Ugradnja dubinske pumpe

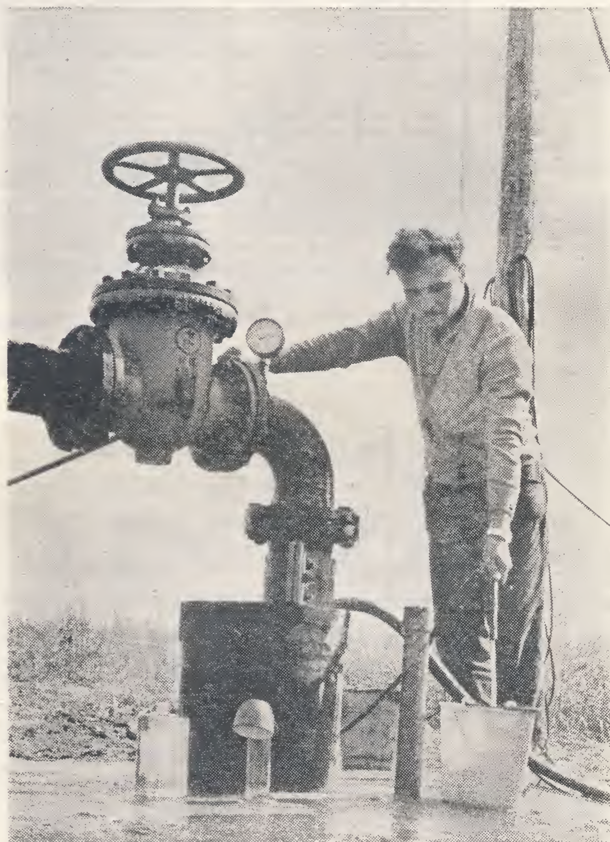
do 460 m, završnog profila ϕ 600 mm, a odvodnjavanje je usvojeno kao sastavni dio pripremnih i eksploatacionih radova proizvodnje ugljena.



Sl. 15: Bušača garnitura s direktnim ispiranjem, Failing 2500 »Holemaster«

Odvodnjavanje pojedinih područja, i u cjelini, usklađuje se s dinamikom jamskih radova, koja je definirana proizvodnim programom rudnika.

Kao što je u rudniku Lipnica postavljen sinhronizirani program jamskih radova i odvodnjavanja, da se omogući rentabilna proizvodnja bez zastoja, tako se sada razrađuju idejna i detaljna rješenja sistema odvodnjavanja, usklađenih s razvojnom perspektivom cjelokupnog područja Sjevernog sinklinorija. Vremenski faktor je ovdje od najvećeg značenja, jer racionalno postavljen sistem odvodnjavanja prethodi eksploataciji definiranim vremenskim intervalom, kojega se teško može skratiit bez posljedica u proizvodnom programu.



Sl. 16: Pokusno crpenje bunara — detalj

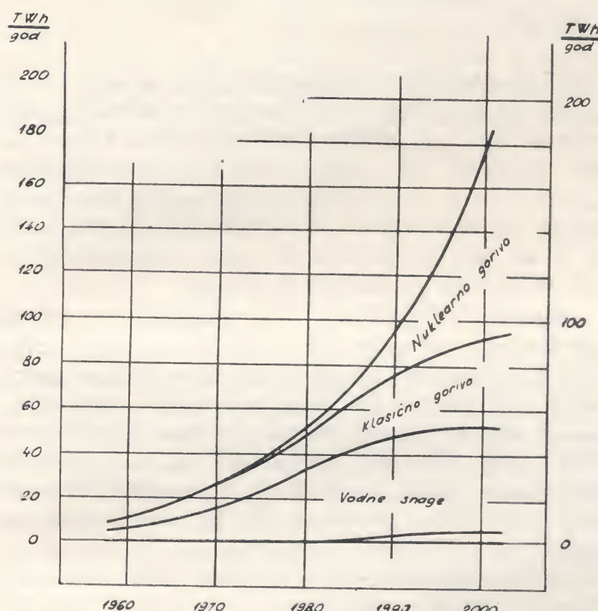
Prostorno, lokacije galerija bunara vezane su za program jamskih radova, uz uslov da bunari za cijelo vrijeme aktivnog odvodnjavanja ostanu van zona zarušavanja terena, koje nastaju uslijed već dubokih jamskih radova.

Posebna je pažnja posvećena usklađenju eksploatacije i odvodnjavanja po visinama horizonata jamskih radova, koji se odvijaju istovremeno u sva četiri ugljena sloja i često preklapaju u horizontalnoj projekciji.

Sedmogodišnjim radovima na odvodnjavanju rudnika Kreka pomoću bunara, stečena su tehnička iskustva koja se danas primjenjuju na rješa-

vanju odvodnjavanja drugih lignitskih bazena u zemlji i sličnih zahvata u inozemstvu.

Zaključak

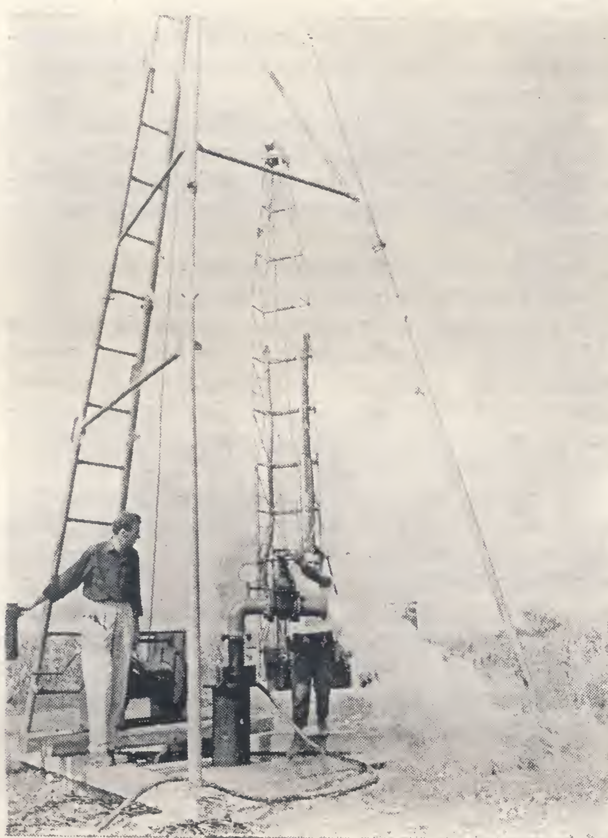


Sl. 17: Osnovna struktura dobave električne energije u Jugoslaviji

U proizvodnju ugljena ulažu se danas visoke investicije jer je neosporno da je ugljen jedan od osnovnih faktora općeg privrednog razvoja naše zemlje. Uz hidroelektrane, kojima je bila data izvjesna prednost u izgradnji, program dobave električne energije orijentiran je jednim značajnim dijelom na izgradnju novih kapaciteta termoelektrana na ugljen. Struktura dobave električne energije (dijagram, sl. 17) ukazuje na progresivno povećanje produkcije klasičnih goriva, od kojih svakako prvo mjesto zauzima ugljen, dok su nuklearna goriva stvar budućnosti.

Za ostvarenje programa proizvodnje termoenergije, mora se prijeći na eksploataciju — od podzemne vode potopljenih ugljenih ležišta. Odvodnjavanje tih ležišta, sastavni je dio ciklusa proizvodnje termoelektrana i onog dijela industrije, kojoj je sirovinska baza ugljen.

Racionalno iskorištavanje rudnih rezervi lignita moguće je u eksploataciji potopljenih ležišta samo uz primjenu efikasnih metoda odvodnjavanja. Trajni gubici rudne supstance, u protivnom, posebno kod jamske eksploatacije, iznose i preko 50%. Zbog toga, iako su naše rudne rezerve velike, ugljen treba čuvati za buduće kemijske i tehnološke potrebe. Treba ga štediti i za proizvodnju tekućih goriva i plina, jer je malo vjerojatno da će prirodni izvori nafte i zemnog plina moći podmiriti potrebe u budućnosti.



Sl. 18: Pokusno crpenje bunara

LITERATURA

1. F. M. Bočever i N. N. Verigin:
Metode proračuna eksploatacionih zaliha podzemnih voda — Moskva 1961
2. Failing:
Portable drilling equipment — Oklahoma 1957
3. »Geoistraživanja-Elektrosond«:
Arhiv istražnih radova i projektiranja odvodnjavanja rudnika lignita Kreka — Tuzla, Zagreb 1957—1964. god.
4. I. Jamnicki:
Energetska opravdanost elektropeći metalurgije u Jugoslaviji. Maribor — 1963.
5. F. Schultz:
Deutscher Braunkohlen Industrie 1886—1960 — Köln—Düsseldorf 1960.
6. A. Šarin i P. Miletić:
Prilozi rješavanju hidrogeologije sjevernog krekanskog sinklinorija, Zagreb — 1961
7. B. Švel i suradnici:
Idejni projekt odvodnjavanja površinskog kopa Drmno — Zagreb 1960.

PRILOG PRORAČUNU NADVIŠENJA SPREGNUTIH KONSTRUKCIJA

Ing. Drago Horvatić, Zagreb

1. Uvod

Spregnutim konstrukcijama nazivamo čelične nosače vezane pomoću moždanika s armirano betonskim pločama. Proračun se provodi po klasičnoj teoriji savijanja, te se betonski presjek reducira u odnosu modula elastičnosti betona i čelika.

Važan su faktor u proračunima plastične deformacije betona, puzanje i skupljanje, kao i varijabilan odnos modula elastičnosti čelika i betona. Utjecaj je plastičnih deformacija prvi matematski obuhvatio Dischinger, uvođenjem idealnog modula elastičnosti.

Eksperimentalno iskustvo (Withney, Roš, Graf i drugi) pokazuje, da se funkcionalni odnos ε_{pl} u zavisnosti o vremenu »t«, s dovoljnom približnošću može izraziti eksponencijalnim funkcijama oblika:

$\varepsilon_{lp} = \varepsilon_p (1 - e^{-t})$ za puzanje betona,

$\varepsilon_{ts} = \varepsilon_s (1 - e^{-t})$ za skupljanje betona.

ε_p i ε_s su konačne specifične deformacije puzanja i skupljanja nakon vremena $t \to \infty$. Na toj osnovi razvijena je tačna teorija proračuna spregnutih konstrukcija (Fröflich, Klöppel, Sattler). U proračun se redovno uvodi odnos plastične i elastične deformacije $\varphi_t = \varepsilon_{pl}/\varepsilon_{el}$.

U praksi su uobičajeni razni aproksimativni postupci, npr. po prof. Fritzu, prema kojemu treba plastične deformacije uzimati u obzir s idealnim modulina elastičnosti:

$E_{bi} = E_b/(1 + 1{,}1\varphi_n)$ za utjecaje puzanja betona,

$E_{bi} = E_b/(1 + 0{,}52\varphi_n)$ za utjecaje skupljanja betona.

Odnos $\varphi_n = \varepsilon_{pl}/\varepsilon_{el}$ jednak je odnosu konačne jedinične deformacije puzanja i elastične deformacije od naprezanja, koje je uzrokovalo puzanje.

Proračun se provodi za pojedine utjecaje sa raznim odnosima modula elastičnosti čelika i betona, i to:

a. Za kratkotrajna opterećenja zavisno o marki betona, prema tablici 1 (DIN 4227 — 1953).

Tablica 1

MB	300	450	600
n_0	7	6	5,3

b. Za dugotrajna opterećenja, odnosno za puzanje betona sa $n_t = n_0 (1 + 1{,}1\varphi_n)$.

c. Za skupljanje betona sa $n_s = n_0 (1 + 0{,}52\varphi_n)$.

Prema tome je potrebno vrijednosti presjeka (F_i, J_i itd.) odrediti sa 3 razna odnosa n_0, n_t i n_s.

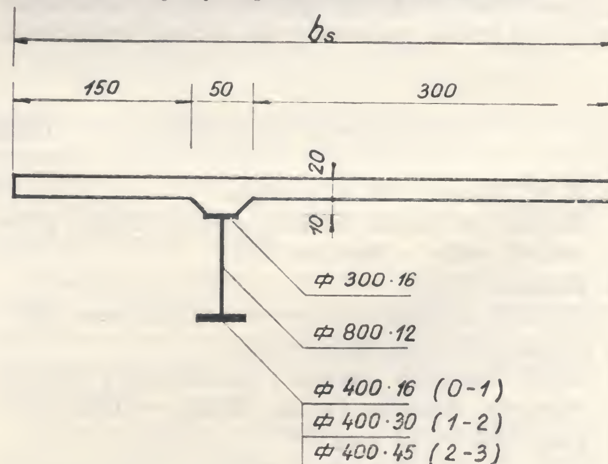
Odnos φ_n zavisi o raznim faktorima, o vrsti, kvaliteti i količini cementa, o granulometrijskom sastavu i o marki betona, o stupnju vlage u zraku i općenito o klimatskim uslovima. Odnos φ_n bit će minimalan kod objekata izvedenih sa visokovrijednim cementom u vrlo vlažnoj atmosferi ($\varphi_n < 1$). U suhoj atmosferi u unutrašnjosti zgrada i kod slabijih betona, taj odnos postiže maksimalne vrijednosti ($\varphi_n > 4$). Premda DIN 4227/53 za konstrukcije mostova taj odnos varira u granicama od $\varphi_n = 1{,}5$ do 3, a jedinične deformacije skupljanja betona od $\varepsilon_s = 0{,}0001$ do $0{,}0002$, već prema tome da li se radi o mostovima preko vodotoka, ili o nadvožnjacima u slobodnoj prirodi.

Poseban je problem u proračunu spregnutih konstrukcija određivanje nadvišenja, koje treba davati spregnutim nosačima da bi se nakon smirivanja plastičnih deformacija (prema DIN 4227, nakon cca 4 godine) dobio pravilan proračunski oblik. DIN 1075/1955. preporuča, da u proračunu nadvišenja treba predvidjeti i poseban dodatak (koji nije tačno određen), da bi se izbjeglo neugodno provješavanje konstrukcije. U raspoloživoj tehničkoj literaturi ovaj problem nije detaljnije obrađen. Svrha ovoga rada je da pokuša ispuniti postojeću prazninu.

2. Analiza deformacija mosta raspona 20 m

Detaljna analiza deformacije provedena je na praktičnom primjeru cestovnog mosta raspona 20 m. Statički sistem je slobodno položena greda na 2 oslonca. Most je dimenzioniran za opterećenje po PTP propisima. Poprečni presjek i osnovne dimenzije vidljive su iz skice 1. Odabran je relativno nizak nosač h/l = 1/25, da bi razlike u deformacijama od raznih utjecaja, određene pod raznim pretpostavkama, bile veće.

Predviđen je beton M-450, a pretpostavljamo, da je nosač za vrijeme betoniranja bio poduprt po cijeloj dužini, pa ukupno stalno i pokretno opterećenje preuzima spregnuti nosač. Analiza je provedena uz granične pretpostavke $\varphi_n = 1{,}5$ sa $\varepsilon_s = 0{,}0001$ i $\varphi_n = 3{,}0$ sa $\varepsilon_s = 0{,}0002$. Odnosi modula elastičnosti n_0, n_t i n_s svrstani su u tablici 2.



Sl. 1

Tablica 2

φ_n	1,5	3,0
n_0	6	6
n_t	16	26
n_s	10	16

Vrijednosti presjeka J_i i $F_b/_n$ određene su najprije sa sudjelujućom širinom ploče (b_r), prema DIN 1078, a zatim s punom širinom ploče (b_s). Istraživanja prigodom pokusnih opterećenja objekata su pokazala, da počam od odnosa raspona ploče i raspona nosača $b/l \leq 1/3$ u radu sudjeluje cijela širina ploče (b_s), a ne samo računski određena sudjelujuća širina (b_r). Razlike u deformacijama određene za dvije sudjelujuće širine date su u tablici 3.

Tablica 3

Vrijednosti presjeka		y_{01}	y_{12}	y_{23}
Površine čeličnog presjeka u m²	n =6	10.59	15,71	19,92
	10	9,78	14,28	17,98
	16	8,94	12,87	15,96
	26	7,91	11,15	13,59
Reducirane plohe $F_b/_n$ uz b_r u m²	n =6		0,147	
	10		0,088	
	16		0,055	
	26		0,034	
Momenti tromosti y_1 uz b_1 u m²	n =6	10,79	16,07	20,51
	10	10,09	14,85	18,83
	16	9,27	13,46	16,85
	26	8,28	11,82	14,41
Površine čeličnog presjeka u m²		0,0208	0,0264	0,0324

Za te su vrijednosti presjeka određene elastične i plastične deformacije — progibi, u raznim presjecima nosača.

Numerički rezultati dati su u tablicama 4 i 5.

Tablica 4

Progibi s računskom širinom ploče (b_r)

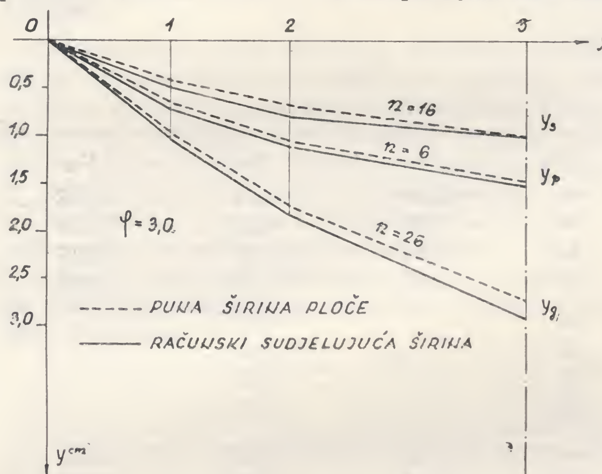
Progibi u presjecima 1 — 3	y_1	y_2	y_3
Za $\varphi_n = 1{,}5$, $\varepsilon_s = 0{,}0001$			
Pokretni teret (n_0)	0,7	1,1	1,5
Stalni teret (n_t)	0,9	1,6	2,2
Skupljanje betona (n_s)	0,2	0,4	0,5
Za $\varphi_n = 3{,}0$, $\varepsilon_s = 0{,}0002$			
Pokretni teret (n_0)	0,7	1,1	1,5
Stalni teret (n_t)	1,0	1,8	2,9
Skupljanje betona (n_s)	0,4	0,8	1,0

Tablica 5

Progibi s punom širinom ploče (b_s)

Progibi u presjecima 1 — 3	y_1	y_2	y_3
Za $\varphi_n = 1{,}5$, $\varepsilon_s = 0{,}0001$			
Pokretni teret (n_0)	0,57	1,05	1,45
Stalni teret (n_t)	0,85	1,50	2,10
Skupljanje betona (n_s)	0,20	0,40	0,50
Za $\varphi_n = 3{,}0$, $\varepsilon_s = 0{,}0002$			
Pokretni teret (n_0)	0,57	1,05	1,45
Stalni teret (n_t)	0,90	1,70	2,70
Skupljanje betona (n_s)	0,40	0,75	1,00

Razlike su u deformacijama određene jednom i drugom sudjelujućom širinom ploče — minimalne. Na skici 2 data je grafička usporedba ovih razlika za slučaj $\varphi_n = 3{,}0$ i $\varepsilon_s = 0{,}0002$. Maksimalna razlika za stalni teret iznosi oko 7%. Računski sudjelujuća površina betona iznosi u ovom primjeru 84% od

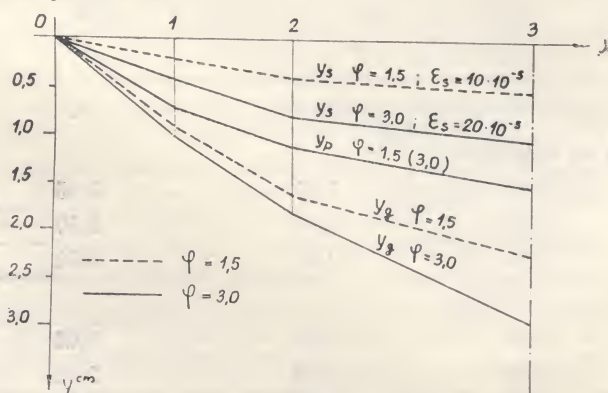


Sl. 2

površine pune ploče. Kod većih raspona ove će razlike biti još manje, jer su relativno veće sudjelujuće širine ploče.

Na sl. 3 prikazana je usporedba deformacija određenih s ekstremnim vrijednostima φ_n i ε_s, koje u našim klimatskim uslovima normalno dolaze u obzir. U sredini nosača razlika u progibu od stalnog tereta dosiže za $\varphi_n = 1{,}5$ i $3{,}0$ približno do 30% niže vrijednosti, a u ostalim presjecima je procentualna razlika znatno manja, Analogna razlika do 30% pojavljuje se i u ukupnom progibu, gdje je varijacija skupljanja betona također uzeta u obzir s ekstremnim vrijednostima $\varepsilon_s = 0{,}0001$ i $0{,}0002$. Kako ova analiza pokazuje, razlike u progibima koje se u ekstremnim slučajevima pojavljuju, relativno su malene.

Napominje se, da je razlika u naponima čeličnog nosača, u oba ekstremna slučaja, bila minimalna. U konkretnom primjeru iznosio je (uz $\varphi = 1{,}5$, $\varepsilon_s = 0.0001$) npr. max $\sigma = 1565$ kg/cm² i (uz $\varphi = 3{,}0$, $\varepsilon_s = 0{,}0002$) max $\sigma = 1595$ kg/cm², tj. razlika je bila manja od 3%.



Sl. 3

3. Proračun nadvišenja

Radioničko nadvišenje, koje treba dati nosaču u polovini raspona, općenito se određuje po izrazu $h_n = f_g + f_s + f_p + f_r$.

Ovdje je f_g progib od stalnog tereta određen sa n_t, f_s progib od skupljanja betona određen sa n_s, f_p progib od dijela pokretnog opterećenja određen sa n_o, a f_r rezervno je nadvišenje. Udio nadvišenja $(f_g + f_s)$ će se tokom vremena postepeno smanjivati, a dio $((f_p + f_r)$ ostaje konstantan. Za ostale tačke nadvišenje se može odrediti po krivulji koja zamjenjuje elastičnu liniju, to može biti npr. sinusna linija: $y = \max f \sin \frac{\pi \cdot x}{l}$.

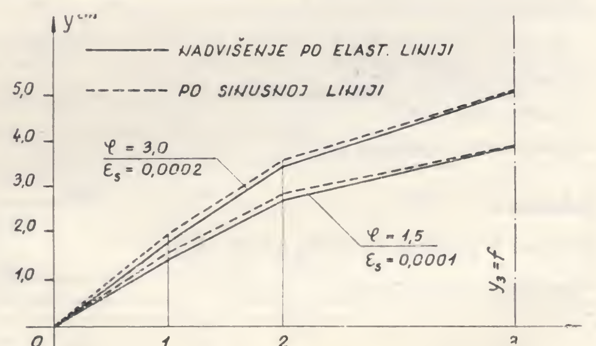
U konkretnom primjeru, kao rezervno nadvišenje f_r pretpostavljena je deformacija nosača uslijed nejednolike promjene temperature za $\Delta t = 15^0$C, uz linearnu podjelu po visini nosača. Po poznatom obrascu dobiveno je: $f_r = \alpha_t \cdot \Delta t \cdot l^2 / 8h = 0{,}8$ cm.

U tablici 6 dati su rezultati numeričkog proračuna nadvišenja, uz $\varphi_n = 3{,}0$, $\varepsilon_s = 0{,}0002$ i br.

Tablica 6

Nadvišenje u cm	y_1	y_2	y_3
Stalni teret	1,0	1,8	2,9
¼ pokr. tereta	0,2	0,3	0,4
Skupljanje betona	0,4	0,8	1,0
Rezervno nadvišenje	0,2	0,6	0,8
Ukupno	1,8	3,5	5,1

Ako vrijednosti za y_1 i y_2 iz tablice 6 usporedimo s vrijednostima određenim po sinusoidi, dobivamo minimalne razlike (vidi skicu 4).



Sl. 4

Ukupno nadvišenje po sinusnoj liniji $y_1 = 1{,}9$ i $y_2 = 3{,}6$ cm, razlikuje se od vrijednosti u tablici 6 za cca 3 do 5%.

Kod postepenog pojačavanja presjeka čeličnog nosača dodavanjem pojasnih lamela, deformacije se povećavaju za približno 5% u odnosu na nosač kon-

stantnog presjeka. Taj procent u izvjesnoj mjeri visi o odnosu φ_n, koji utječe na redukciju površine betonske ploče. Većim odnosima φ_n odgovara nešto viši, a manjim nešto niži procenat, od gore preporučene prosječne vrijednosti od 5%.

S obzirom na relativno velika početna nadvišenja, koja se daju spregnutim nosačima, postoji mogućnost da u prvo vrijeme eksploatacije mosta dođe do prometnih smetnja, odnosno do potrebe ograničenja brzine vozila. S prometnog stanovišta postoji potreba, da se zbog mirne vožnje održi minimalni radijus zakrivljenosti u uzdužnom profilu i da se ograniči kut zaokreta tangente linije nadvišenja na ležaju. Prema njemačkim podacima, treba uzimati radijus zakrivljenosti $\varrho \geqq 1000$ do 2000 m, već prema vrsti i značenju prometnog puta. Dopunska akceleracija odnosno retardacija prigodom vožnje, treba da ostane u granicama $a_v = 0{,}31$ m/sec².

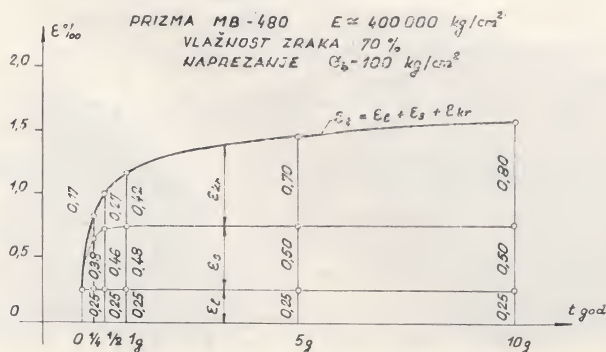
Kut zaokreta elastične linije na ležaju pod punim opterećenjem iznosi na do sada izvedenim željezničkim mostovima $\varphi_A = 0{,}3$ do 0,4%, a na cestovnim $\varphi_A = 0{,}5$ do 0,7%. Nikakve prometne smetnje nisu bile zapažene, dok se je kut kretao u navedenim granicama.

Funkcionalni odnos između zakrivljenosti, kuta zaokreta i nadvišenja nosača, dat je izrazima prof. J. Erege, prilagođenim za ovu svrhu: $1/\varrho = \beta_r \cdot \Delta h_t / l^2$, $\varphi_A = \beta_i \cdot \Delta h_t / l$.

Ovdje je ϱ radijus zakrivljenosti, φ_A kut zaokreta na osloncu, Δh_t preostalo nadvišenje poslije vremena t nakon otpuštanja skela, a l raspon nosača. Uz pretpostavku da je linija nadvišenja sinusoida, iznose koeficijenti $\beta_i = \pi$, a $\beta_r = \pi^2$. Ako je odnos $\Delta h_t / l$ konstantan, bit će radijus zakrivljenosti ϱ linearno proporcionalan rasponu, a kut zaokreta ostaje konstantan, bez obzira na raspon.

4. Vremenski tok deformacije

Na skici 5 prikazani su rezultati švicarskih istraživanja prema M. Rošu) na betonskim prizmama s konstantnim naprezanjem od 100 kg/cm². Relativna vlaga zraka i temperatura bile su približno konstantne. Istraživanja su obavljana kroz 10-godišnji period.



Sl. 5

SK. 6

Sl. 6

Na sk. 6 dat je djelomični prikaz rezultata istraživanja prema Graf-Bernneru u slobodnoj prirodi, usporedno na prizmama i spregnutim nosačima. Nastojalo se ostvariti uslove, u kojima se stvarno nalaze spregnuti objekti. Istraživanja su obavljana u vremenu od 2,5 godine. Temperatura zraka i procent vlage su znatno varirali u toku istraživanja. Prva godina bila je iznad prosjeka sunčana i topla, to se odrazilo i na rezultatima. Istraživanja su pokazala:

a) Da proces skupljanja betona probnih tijela u slobodnoj prirodi ne teče kontinuirano i jednoliko. Uslijed povremenog vlaženja i sušenja probnih tijela, uslovljenog klimatskim prilikama, taj se proces mijenja u skokovima. Ploče spregnutih nosača i prizme, pokazale su približno jednako skupljanje.

b) Puzanje betona je pokazalo slične pojave, u nešto ublaženoj mjeri. Puzanje je nakon 2,5 godine bilo najvećim dijelom dovršeno, a u daljnjih 1,5 godinu mogao bi se očekivati još samo mali porast.

Da uskladimo teoretsku krivulju za deformacije puzanja s rezultatima poznatih eksperimenata, uvodimo parametar β i dobijemo izraz ovog oblika:

$$\varphi_t = \varphi_n\,(1 - e^{-\beta t})$$

Odredimo u kojim vremenskim razmacima φ_t iznosi z % od konačnog odnosa β_n, koji nastupa za $t \to \infty$ (nakon cca 4 godine).

$$\varphi_t = z\,\frac{\varphi_n}{100} = \varphi_n\,(1 - e^{-\beta t}) \text{ ili } 1 - \frac{z}{100}) = e^{-\beta t}$$

Rješenje ove eksponencijalne jednadžbe glasi:

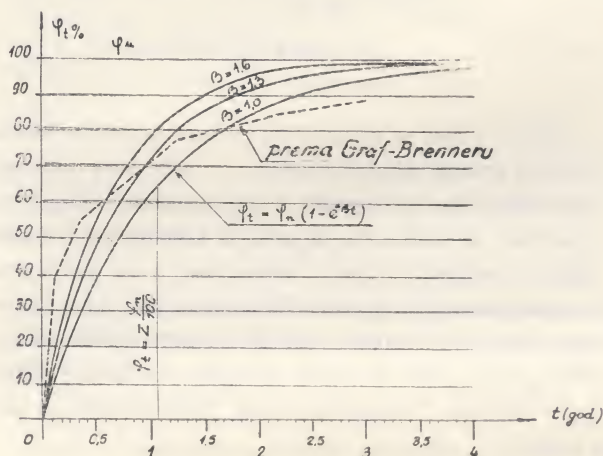
$$\beta t = -\ln\frac{100 - z}{100} = \ln\frac{100}{100 - z}$$

U tablici 7 date su razne vrijednosti β.

Tablica 7

$z\% = 100\ \varphi_t/\varphi_n$		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98,2	98,9
Vrijeme t	$\beta = 1,0$	0	1,3	2,7	4,3	6,2	8,3	11,0	14,4	19,3	27,6	36,0	48,1	54,0
u mjese-	$\beta = 1,3$	0	1,0	2,1	3,3	4,7	6,4	8,5	11,1	14,8	21,3	27,7	37,2	41,6
cima	$\beta = 1,6$	0	0,8	1,7	2,7	3,8	5,2	6,9	9,0	12,0	17,3	22,5	30,0	33,8

Podaci su grafički prikazani na sk. 7 Relativno dobru aproksimaciju eksperimentalnih podataka po Graf-Bernneru dobivamo s eksponencijalnom funkcijom, uz $\beta = 1,3$ za cijelo područje; za početni stadij, do 6 mjeseci, bolje bi odgovarao $\beta = 1,6$, a za vrijeme preko 1,5 godine $\beta = 1$.



Sk. 7

Iz tablice 7 možemo odrediti odnose n za razna vremenska razdoblja po izrazima: $n_t' = n_o\ (1 + 1{,}1\varphi_t)$ i $n_s' = n_o\ (1 + 0{,}52\varphi_t)$.

Odnos $\varphi_t = z \cdot \varphi_n/100$ prema tablici 7 važi za vremensko razdoblje nakon isteka vremena t. U svakom statičkom računu općenito već imamo određena tri momenta tromosti, J_0 za kratkotrajna opterećenja, J_n za dugotrajna opterećenja i J_s za proračun utjecaja skupljanja. Momente tromosti za razne odnose n_t' i n_s', možemo s dovoljnom tačnošću odrediti linearnom interpolacijom.

Ako je nosaču prilikom izrade dato radioničko nadvišenje h_n, onda će nakon isteka vremena t, poslije otpuštanja skela, preostali dio nadvišenja iznositi: $\Delta h_t = \Delta h_g + \Delta h_s + \Delta h_o$.

Udio $\Delta h_o = f_p + f_r$ označuje konstantni dio nadvišenja, nezavisan o vremenu t.

Za dio nadvišenja od stalnog tereta važi odnos:

$$\Delta h_g = f_g - f_t = f_g\ (1 - \frac{f_t}{f_g})$$

f_g je konačni progib od stalnog tereta, a f_t progib nakon isteka vremena t. Nadalje uz:

$$f_g = \frac{C}{J_n} \quad \text{i} \quad f_t = \frac{C}{J_t}$$

dobivamo:

$$\Delta h_g = f_g\ (1 - \frac{J_n}{J_t})$$

J_t je moment tromosti nakon vremena t, određen interpolacijom prema tablici 7, za odnos n_t,. C je konstanta nezavisna o vremenu t.

Za udio nadvišenja od uticaja skupljanja betona važi analogni odnos:

$$\Delta h_s = f_s - f_{ts} = f_s\ (1 - \frac{f_{ts}}{f_s}).$$

f_s je konačni progib od utjecaja skupljanja, a f_{ts} progib nakon isteka vremena t.

Te progibe, možemo odrediti iz:

$$f_s = \frac{C_1 \cdot \varepsilon_s}{n_s \cdot F_s \cdot J_s}, \quad f_{ts} = C_1\ \frac{\varepsilon_s \cdot (1 - e^{-\beta t}}{n_s' F_{ts} J_{ts}}.$$

Vrijednosti n_s, F_s, J_s važe za dovršeni utjecaj skupljanja betona, a n_s', F_{ts} i J_{ts} za utjecaje skupljanja nakon vremena t.

C_1 je konstanta, nezavisna o vremenu t. Uvrštavanjem vrijednosti f_s i f_{ts} dobivamo:

$$\Delta h_s = f_s\ (1 - \frac{z}{100}\ \frac{n_s' F_{ts} J_{ts}}{n_s F_s J_s}).$$

U normalnim slučajevima, koji na mostovima dolaze u obzir, odnos vrijednosti presjeka $n_s F_s J_s / / n_s' F_{ts} J_{ts} \approx 1$, pa možemo pisati:

$$\Delta h_s \approx f_s\ (1 - \frac{z}{10\prime}).$$

Primijenimo izložene postavke na primjer mosta raspona 20 m; dobivamo vremenski tok deformacija: $\Delta h_o = f_p + f_r = 0{,}4 + 0{,}8 = 1{,}2$ cm.

Uz $\varphi_n = 3{,}0$, $\beta = 1{,}3$ i $n_o = 6{,}0$ dobivamo npr. nakon 6,4 mjeseca, $z = 50\%$ i $\varphi_t = 0{,}5 \cdot 3{,}0 = 1{,}5$.

$n_i' = 16$, $f_g = 2{,}9$ i $f_s = 1{,}0$ cm.

Momenti tromosti za stadij nakon vremena t, za konačni i početni stadij, iznose:

$J_t = 15{,}96 \quad J_n = 13{,}59 \quad J_o = 19{,}92.$

Neposredno nakon otpuštanja skele dobivamo:

$$\Delta h_g = 2{,}9\ (1 - \frac{13{,}59}{19{,}92}) = 0{,}93 \text{ cm}, \quad h_s = f_s = 1{,}0 \text{ cm}.$$

Ukupno nadvišenje iznosi:

$$\Delta h_t = 0{,}93 + 1{,}0 + 1{,}2 = 3{,}1 \text{ cm}.$$

Nakon 6,4 mjeseca bit će:

$$\Delta h_g = 2{,}9\ (1 - \frac{13{,}59}{15{,}96}) = 0{,}44 \text{ cm}.$$

$$\Delta h_s = 1{,}0\ (1 - 0{,}5) = 0{,}5 \text{ cm}$$

Ukupno nadvišenje nakon 6,4 mjeseca iznosi:

$$\Delta h_t = 0{,}44 + 0{,}50 + 1{,}2 = 2{,}1 \text{ cm}.$$

Napominjemo da bi prema tablici 7 jednako stanje nastupilo uz $\beta = 1,0$ nakon 8,3 mjeseca ili uz $\beta = 1,6$ nakon 5,2 mjeseca.

Ispitajmo još eventualnu potrebu ograničenja brzine u prvo vrijeme eksploatacije mosta.

Neposredno nakon otpuštanja skela bilo bi:

$$\varrho = \frac{l^2}{\pi^2 \Delta h_t} = \frac{2000^2}{3,14^2 \cdot 3,1} = 1310 \text{ m}, \quad \varphi_A = \frac{3,14 \cdot 3,1}{2000} = 0,5\%$$

Dopuštena brzina $v = \sqrt{a_v \cdot \varrho} = \sqrt{0,31 \cdot 1310} = 72,5$ km/sat.

Nakon 6,4 mjeseca dobivamo:

$$\varrho = 1930 \text{ m}, \quad \varphi_A = 0,33\%.$$

Dopuštena brzina $v = 87,9$ km/sat.

Nakon cca 4 godine uz $\Delta h_t = 1,2$ cm bit će:

$$\varrho = 3370 \text{ m}, \quad \varphi_A = 0,19\%, \quad v = 117 \text{ km/sat.}$$

Ako nosačima ne bi dali nadvišenje za ¼ pokretnog tereta, dobili bi analogno nakon smirivanja plastičnih deformacija $\varrho = 5070$ m, $\varphi_A = 0,13\%$ i $v = 142$ km/sat. Prema tome u konkretnom slučaju, ako bi se s obzirom na značenje prometnog puta tražila brzina od ~ 90 km/sat, bilo bi potrebno, da se kroz cca 0,5 godina nakon otpuštanja skela, brzina vozila ograniči na 70 km/sat. Ako bi se tražile konačne brzine veće od 120 km/sat, moralo bi se u ovom slučaju izostaviti nadvišenje od ¼ pokretnog tereta. U konkretnom slučaju, ukupni konstantni dio nadvišenja iznosio je 23%, a samo rezervni dio 16% od ukupnog nadvišenja.

S obzirom na linearnu proporcionalnost radijusa zakrivljenosti s rasponom l, uz konstantni odnos $\Delta h/l$, kod raspona $l < 20$ m, dolazi se do teškoća sa potrebnim radijusom zakrivljenosti i brzinom vozila v. Nadvišenje od ¼ prometnog tereta, prema tome, općenito se neće trebati izvoditi kod raspona manjih od 20 m (vidi BE-1951/59).

5. Zaključak

Iz prednjeg izlazi, da se proračun nadvišenja i deformacija spregnutih nosača općenito može jednostavno provesti tako:

a) Deformacije se mogu dovoljno tačno proračunati s vrijednostima presjeka (F_i, J_i itd.) određenim s računski sudjelujućom širinom ploče.

b) Dovoljno je odrediti samo progib u sredini raspona za konstantni moment tromosti te progibnu liniju odrediti po sinusoidi. Promjene presjeka mogu se uvažiti s prosječnim povećanjem izračunatih deformacija za 5%.

c) Ako se nosači izvode u vrlo sušnim klimatskim uslovima, s betonom M-300 do 450 i $\varphi_n = 3$, bit će potrebno analizirati vremenski tok deformacija i mogućnosti prometnih smetnji u početnom stadiju eksploatacije mosta.

d) Nadvišenje za ¼ pokretnog tereta treba izvesti kod željezničkih mostova za konstrukcije raspona većih od 20 m.

LITERATURA

1. Hawranek, Steinhardt: Theorie und Berechnung der Stahlbrücken (1958)
2. K. Sattler: Theorie der Verbundkonstruktionen (1953)
3. M. Roš: Materialqualität und Sicherheit im Bauwesen und der Maschinenindustrie (Bericht Nr. 143, 1943)
4. O. Graf-Brenner: Versuche an Verbundträgern (1956)
5. J. Erega: Konstruktivne osobitosti mostova od lakih metala (Građevinar 11, 1959)
6. Normativni propisi.

MONTAŽNO-SKELETNE GRAĐEVINE U ČEHOSLOVAČKOJ

Fr. Fiedler, Prag

Montažno skeletno građenje s panelima za ispunu, jedan je od novih načina industrijalizacije građevinarstva. To je primjer klasičnog prefabriciranja, koje karakterizira potpuno prefabriciranje građevnih elemenata i brza montaža na gradilištu. Karakteristična osobina ovog sistema



Sl. 1

je načelno odvajanje, na zgradi, nosivih elemenata od elemenata za ispunu. Pridržavanjem ovog principa postiže se ušteda materijala za građenje i povećanje tehničko-ekonomskih efekata.

Skelet je izveden po poprečnom sistemu, tj. podvlake montažnih nosećih okvira situirane su



Sl. 2

okomito na duži frontalni zid. Na podvlake polažu se stropni paneli. Paneli za ispunu nemaju nosive funkcije.

Svrha konstrukcije montažne skeletne gradnje leži u tome, da se približi monolitnom sistemu u odnosu na primjenjivost i osobine, zadržavajući prednosti prefabrikacije. Osnovna ideja je kontinuirana podvlaka između glave donjeg i stope gornjeg stupa. Nakon montaže elemenata, postiže se potrebna ukrućenost okvira.

Ovaj sistem primjenjiv je za višestruku namjenu, kao za stambene zgrade, upravne i javne zgrade ili lake višekatne etažne objekte. Njegova univerzalna primjenjivost postiže se uz pridržavanje konstruktivnog principa čvora i sheme statičnog rješenja prostom promjenom armature i dimenzija elemenata. Autor sistema je dipl. ing. M. Čapek — Polytechna, PZO, Praha 1.

I. Princip sistema

Sistem ima dva osnovna principa:

1) Noseća konstrukcija sastojeća se od stupova s podvlakama u jednom čvoru, koja omogućuje čeličnu armaturu u vodoravnom i okomitom pravcu.

2) Ispuna konstrukcije s karakterističnom podjelom vanjskih zidova na prozorske i parapetne panele. Parapetni panel ujedno služi kao greda — papučica donje etaže.

1. Noseća konstrukcija

Noseća konstrukcija koncentrirana je u statički povoljnom armirano-betonskom poprečnom okviru s obostranim konzolnim ispustom, sastavljenim iz dva lineralna elementa pravokutna pre-



Sl. 3

sjeka. Stup istog presjeka i iste armature počiva u svakoj etaži na jednom čeličnom podlošku, na kojeg se zavaruje okomita armatura. Na ovu armaturu, koja prelazi gornji kraj stupa, navlači se podvlaka. Otvori spojeva zalivaju se specijalnim aktiviranim kolodoidnim cementnim malterom. Armatura donjeg stupa, koja nakon namještanja prelazi gornju traku podvlake, zavaruje se na čeličnu podlošku gornjeg stuba. Time se postiže kontinuirana armatura u okomitom pravcu.

Podvlaka koja leži neposredno na stupovima, završava na vanjskoj strani — jednim konzolnim ispustom, a na unutrašnjoj strani — armatura je razgoličena. Ova se s armaturom susjedne podvlake spaja čeličnom pločicom, koju se nakon toga zavari. Time se postiže kontinuirana armatura u vodoravnom pravcu.

Navlačenje podvlake na stup, ograničenje brojnosti procesa zavarivanja i primjena zalivanja spojeva, pojednostavnjuju oblik čvora i osiguravaju bezprikornu izvedbu u granicama tolerancije za prefabrikate i montažne elemente.

2. Ispuna konstrukcije

Vanjski zid građevine sastoji se od parapetnih i prozorskih panela. Oni se zavaruju na stropnu konstrukciju. Parapetni panel ujedno služi kao greda — papučica donje etaže. Paneli se mogu, već prema lokalnim izvorima materijalu, proizvoditi u jednom ili više slojeva. U primjerima pokazanim na slikama, upotrebljena je za toplotnu izolaciju staklena vuna. Pri debljini panela od 15 cm postiže se toplotna izolacija koja odgovara zidu od pune opeke debljine 53 cm. Umjesto staklene vune, mogu se upotrebiti i drugi izolacioni materijali, kao npr. pjenasti polistirol. Za jednoslojne panele pogodni su materijali iz lokalnih izvora, kao npr. u Južnoj Češkoj — brašnjava zemlja (kizelgur), fosilni sediment tercijera na bazi silicijeve kiseline. Industrijski otpaci također se mogu primijeniti. Skeletna konstrukcija može se pod posebnim uvjetima dopuniti lakim prefabriciranim obzidom ili posebnim obložnim pločama.

Unutrašnji zidovi izvedeni su od šljako betona, debljine 6 cm. U navedenom primjeru razdjelni zidovi izvedeni su s trstikom, slično kao u tradicionalnoj gradnji, kod primjene trstike za stropove. Razdjelni zidovi mogu se izvoditi i od plastične opeke. Pregradni zidovi između stanova su dvostruki i snabdjeveni zvučnom izolacijom.

Vanjska površina panela okvirnih zidova prska se suvremenim sintetičnim bojama, koje se mogu prati. Ovim bojenjem postižu se živahne pastelne boje. Povoljnim izborom i kombinacijom tonova boje, mogu se postići na pojedinim djelovima fasade odgovarajući izgledi.

II. Primjena sistema

Ovaj sistem primjenjiv je za višekatne stambene i upravne zgrade, javne zgrade te zgrade lake industrije. Broj traktova nije ograničen. Montažna skeletna gradnja omogućuje, prema potrebi, raznolikost dispozicija promjenom stambenih poprečnih zidova. Mogućnost primjene lodža olakšana je u području tople klime prigodnim rješenjem zida, kako bi se spriječilo puno osunčavanje. Ugradbom prozorskih otvora bliže stropu postiže se bolja ventilacija i rasvjeta prostorija.

Mala težina montažnih elemenata dozvoljava povoljnije uvjete montaže i tarnsporta i na brežuljkastim gradilištima i pri građenju u interpolacijama.

Jednostavnost skeletnih nosivih elemenata i njihova težina ne uslovljavaju posebne zahtjeve pri izradi, prijenosu i montaži. Kod stambenih zgrada težina jednog elementa ne prelazi 1,5 t. Također i uređenje gradilišta je povoljno s obzirom na niske investicione i pogonske troškove u početnom stadiju.



Sl. 4

III. Izrada i montaža

Kontinuirani pravokutni oblik stupova i podvlaka omogućuje njihovu izradu u jednostavnijim kalupima, spojenih u baterije. Jednostavnost armature je preduvjet prefabrikacije. Podjela fasade u proste pravokutne panele bez prozorskih otvora pojednostavnjuje proizvodnju na malim površinama prerade, i sa lakim dizalicama. Prozorski i parapetni paneli odlikuju se malom potrebom armature i lakom manipulacijom.

Noseći elementi i elementi za ispunu mogu se proizvoditi u ambulantnim i u stacionarnim pogonima. I stropovi i stubišta mogu se proizvoditi kao prefabrikati. Montaža konstrukcije provodi se la-

kom montažnom mehanizacijom. Maksimalno ograničenje upotrebe mokrih postupaka i jednostavnost montaže garantiraju preduvjet za brzu gradnju i kontinuiranost rada s prefabriciranim elementima.

IV. Arhitektonsko-urbanističko oblikovanje

Prekid vodoravnih fuga u fasadi kosim i nagnutim parapetima, daje zgradi poseban karkter plastičnog rješenja.

Kod upravnih i javnih zgrada te lakih industrijskih objekata mogu se parapetni pojasi izvesti bez prekida, umetanjem prozorskih panela ili primjenom visećih obložnih elemenata.

Otvori i oblici prozora ne podležu ograničenjima.

Mogućnost izvedbe lodža, balkona i erkera oživljava sliku fasade.

U urbanističkoj koncepciji, ovaj sistem ne uvjetuje samo unificiranje kocke, nego pruža mogućnost da se istaknu razni oblici mase raznolikih proporcija, (vidi perspektivu naselja Mlada Boleslava) što omogućuje slobodno oblikovanje prostora naselja.

V. Ekonomski-tehnički podaci

Građenje po ovom sistemu je jeftinije za 10 — 15% od zgrada s opekom, a pri tom je vijek trajanja duži.

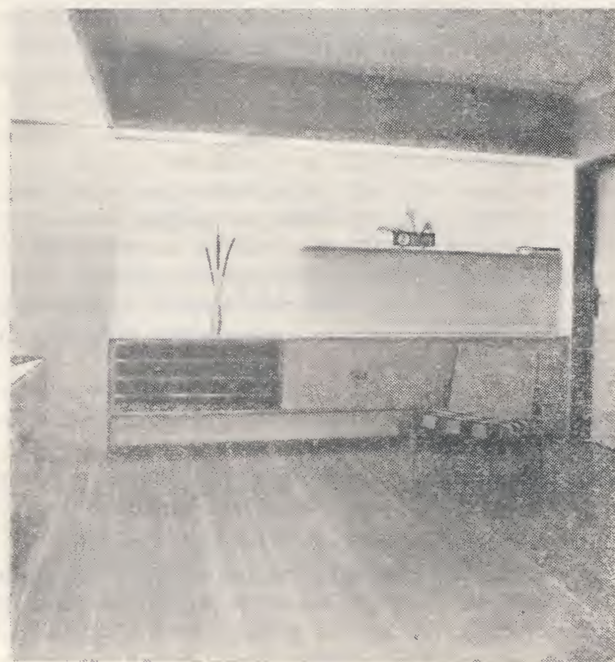
Uvođenje ovog sistema ne zahtijeva velike invesiticije od strane građevnog poduzeća. Uvježbavanje u rad radnika i tehničara je vrlo kratko.

Trajanje građenja višekatne zgrade može se pri dobroj organizaciji gradilišta skratiti za cca 25%. Skraćenje vremena građenja i brza predaja zgrade u eksploataciju donosi znatne privredne efekte.

Ukupna težina konstrukcije zgrade manja je do 50% u odnosu na zgrade od klasičnog materijala, što se odražava na smanjenje troškova materijala i transportnih troškova.

Informativno daju se ovi tehnički podaci:

Stambena površina stambene jedinice	35,51 m^2
Korisna površina stambene jedinice	53,60 m^2
Planirano radno vrijeme za stambenu jedinicu kod uhodane proizvodnje	950 h
tj. za 1 m^2 stambene površine	26,75 h
Prosječna težina montažnog elementa	900 kg
Maksimalna težina montaž. elementa	1500 kg



Sl. 5

Broj tipiziranih montažnih elemenata	32 kom
Količina betona po stambenoj jedinici, bez temelja i krova	10,22 m^3
tj. za 1 m^2 stambene površine	0,29 m^3

Po ovom progresivnom građevnom sistemu gradit će se iduće godine većina čehoslovačkih stambenih zgrada.

Za izgradnju jedne gradske četvrti u Mladoj Boleslavi, primio je projektant Ing. arh. O. Döbert visoku državnu nagradu.

Slike 1—4 prikazuju izvedene objekte po ovom sistemu građenja (u Ml. Boleslavi) a slika 5 — interier.

Preveo s njemačkog
MILAN JANČIKOVIĆ

Kratke vijesti

SUD ZA VODOPRAVNE SPOROVE U VALENCIJI

Smatra se da je najstariji sud u Evropi, sud u Valenciji ,koji sudi u vodopravnim sporovima. Suci su seljaci, a sudi se već više od 1000 godina prema istim načelima nepristrano, bez zapisnika i akata.

Svakog četvrtka na znak zvona, sastane se u sjeni crkve (nekad je to bila džamija), 8 seljaka sudaca, odjevenih u crno radno tradicionalno odijelo. Sude u vodopravnim sporovima koji su nastali u toku proteklog tjedna, na 8 glavnih natapnih kanala doline rijeke Turije.

Da nema tog prastarog natapnog sistema, bila bi dolina Turije od oko 10.000 ha pusta, bez vegetacije. Natapanje omogućuje uzgajanje svih vrsta povrća, riže i južnog voća. Kao većina vodotoka Južne Španije, i Turija je bujičnog karaktera. Bujica je međutim odavna ukroćena, a melioracioni areal protkan sa više stotina kilometara natapnih kanala. Navodnjavanjem su omogućene 3—4 žetve u godini, tako da od uroda s površine manje od pola hektara može živjeti jedna porodica. Ukupno se natapnim sistemom koristi oko 15.000 zemljoradnika.

Svaki sudac »Tribunal de las Aquas« je predstavnik jednog od osam hidromelioracionih sistema, koliko ih ukupno ima u dolini Turije. Svaki sistem ima svoj upravni odbor, svoj statut i svog čuvara voda. Prema

tradiciji, ne treba čuvar voda (on je najčešće tužilac na sudu) svoje navode dokazivati svjedocima, jer se njemu vjeruje.

Kazne za vodene prekršaje su novčane i vrlo stroge, a protiv presude nema priziva. Odluke suda se poštivaju, sudi se po predaji a visina kazne odmjeruje se po staroj tarifi, koja se prenaša od jedne generacije na drugu.

Dok jedni tvrde, da su još Rimljani meliorirali deltu rijeke Turije, drugi to pripisuju islamskim osvajačima. Sigurno je da su kalifi oko 960 godine uveli ovdje staro arapsko vodno pravo i sudovanje, koje se je do danas održalo.

Seljaci poljoprivrednici iz okolice Valencije su vrlo napredni, a u poljoprivredi primjenjuju suvremene agrotehničke postupke. Jedino su konzervativni u sudovanju u vodopravnim sporovima, gdje se čvrsto drže tradicije. Suci su počasni, postupak je vrlo kratak, troškovi suđenja minimalni. Poljoprivrednici doline Valencije naročito su ponosni na nepristranost i pravednost svog suda za vodopravne sporove.

Prema: »Das Beste aus Reader's Digest« br. 2 — 1964. V. P.

NAŠA PODUZEĆA REGISTRIRANA U SPECIJALNOM FONDU OUN

Jugoslavenski projektanti, graditelji, geolozi i drugi stručnjaci dobili su posljednjih godina mnoga visoka priznanja za uspješno izgrađene objekte u inozemstvu.

Najbolji dokaz nivoa koji su dostigla neka naša poduzeća je činjenica, da su za nepunih godinu dana dva poslovna udruženja, tri privredne organizacije i jedan institut registrirani u Specijalnom fondu Ujedinjenih nacija. To su: »Energoprojekt« iz Beograda, »Elektroprojekt« i »Geofizika«, Institut za naftu i Poslovno udruženje »Ingra« i »Geoistraživanja — Elektrosond« iz Zagreba.

Time su ove organizacije stekle pravo da sudjeluju u izgradnji objekata koje će financirati Specijalni Fond ili druge agencije Svjetske organizacije.

R. P.

INVESTICIJE NA PODRUČJU ISTRE

Oko šest milijardi dinara investirat će se u privredu južne Istre do kraja godine, što je 34% više u odnosu na 1963. godinu.

Najveća sredstva ulažu se u brodogradnju, izgradnju Atlanske ribolovne flotilje, industriju nemetala, proizvodnju cementa, turističke objekte i proizvodnju građevnih elemenata od plino — betona.

Investicije će dobiti: brodogradilišta »Uljanik«, »Crvena zvijezda«, Istarski rudnici nemetala, Tvornica laboratorijskog stakla »Boris Kidrič«, Tvornica građevnih elemenata od plinobetona »Siporex«, Tvornica cementa »Giulio Revelante«, Industrochem«, te Elektromlin »3 januar«.

Veća sredstva ulažu se i u izgradnju novih dalekovoda i trafostanica. R. P.

GRADNJA OBJEKATA U LUCI BAR

U ovoj našoj novoj morskoj luci, čija je izgradnja još u toku iako je luka otvorena za promet od 1. aprila ove godine, uskoro će početi gradnja hladnjača i silosa.

Do septembra treba montirati još dvije dizalice nosivosti 3 tone. Beogradsko poduzeće »Centrotekstil« i Uprava luke zajednički grade još jedno skladište od 4.200 m^2, a zatražen je kredit za gradnju još jednog skladišta od 4.900 m^2. R. P.

U PRVOM KVARTALU 8.356 STANOVA

U prvom kvartalu ove godine završena je izgradnja 8.356 stanova, prema 3.094 u istom razdoblju prošle godine.

Nagli porast broja završenih stanova ima se pripisati uspjehu graditelja u Skopju, koji su u navedenom periodu predali na upotrebu 4.869 stanova. Ako se iz ukupnog rezultata eliminira Skopje, onda je završeno 3.487 stanova, odnosno 393 stana više nego u istom razdoblju prošle godine.

I pored značajnih uspjeha građevinarstva, i ove je godine velik broj stambenih zgrada ostao nezavršen. U izgradnji se nalazi 63.048 stanova, prema 53.415 koliko ih je bilo nedovršeno u istom periodu prethodne godine.

Na usporavanju završavanja stanova utječe zaostajanje zanatskih, prvenstveno instalaterskih radova. R. P.

TRI NOVE CIGLANE

Uskoro se puštaju u pogon tri nove ciglane: »Banat« u Zrenjaninu, »Proleter« u Skopju i ciglana u Užičkoj Požegi. Kapacitet svake ciglane je oko 12 milijuna komada cigle godišnje. R. P.

IZLOŽBA SUVREMENE JUGOSLAVENSKE ARHITEKTURE

U Zagrebu je u čast II kongresa arhitekata Jugoslavije (4 — 6. juna) bila otvorena Izložba suvremene jugoslavenske arhitekture. Na izložbi su prikazana najuspjelija arhitektonska rješenja u našoj zemlji.

Izložba je u prvom redu namjenjena upoznavanju inozemstva s poslijeratnom izgradnjom u Jugoslaviji, jer će izložba biti otvorena i u drugim zemljama. R. P.

U NEKOLIKO REDAKA...

RIJEKA — u kanjonu Rječine započeli su radovi na probijanju mašinske hale buduće HE »Rijeka«, te pripremni radovi za evakuaciju vode Rječine oko gradilišta brane kod Grahova. Nova HE trebalo bi da počne radom u drugoj polovini 1966, a proizvedit će oko 140 milijuna KVh električne energije godišnje.

SVETOZAREVO — u obližnjem Rekavcu, Fabrika kablova dovršava izgradnju industrijske radionice za proizvodnju provodnika i kablova.

LESKOVAC — ovdje se završava izgradnja automatske pekare, a uskoro će početi gradnja jedne klaonice.

KOSTOLAC — ovdje je nedavno počela izgradnja nove TE, jačine 100 megavata.

MOSTAR — počeli su radovi na izgradnji prvih stambenih objekata u novom naselju »Zelik«, koje će, kad bude završeno, imati oko 4.000 stanovnika.

KRUŠEVAC — proizvodi ovdašnje fabrike mašina »14 oktobar« namijenjeni su dobrim dijelom našem građevinarstvu. Ove mašine imaju univerzalnu mogućnost i sposobnost da se koriste preko cijele godine, bez obzira na sezonu. Najvažnije su: univerzalni bageri tipa UB-1, UB-0,5 i UB-3, motorni valjci tipa MV-6t i MV-12t, betonska miješalica tipa BM-300, vibracioni nabijači s dizel motorom od 7 KS i građevinski ježevi.

U ZAPADNOJ BAČKOJ — završeni su radovi na četiri zaključne dionice glavne magistrale kanala DUNAV — TISA — DUNAV, ukupne dužine 30 km. Prilikom gradnje ovog dijela kanala, od Sombora, Prigrevice, Doroslava i Srpskog Miletića do Odžaka, iskopano je oko 5,5 milijuna m^3 zemlje.

ĐERDAP — ovdje su počeli radovi na modernizaciji puta Negotin — Kladovo — Sip, u dužini 66 km, kojim će se transportirati najveći dio materijala za gradnju budućeg hidroenergetskog i plovidbenog sistema. Za modernizaciju puta utrošit će se 2 milijarde, a radovi će biti dovršeni sredinom 1965.

ZAGREB — ovdje je 4,5 i 6. juna održan Drugi kongres arhitekata Jugoslavije s temom: »Arhitektura i društvo«. Kroz iznošenje dosadašnjih iskustava, uspjeha i slabosti arhitektonskog stvaralaštva, data je i analiza uvjeta koji su presudni za izvršenje daljnih zadataka arhitekata u predstojećoj izgradnji u okviru perspektivnog plana.

IZGRADNJA NOVIH SOLANA započela je u Tivtu (Boka Kotorska) i rudnik soli Tušanj kod Tuzle.

BEOGRAD — u Fabrici građevinskih elemenata u Batajnici, nedavno je puštena u pogon još jedna peć za proizvodnju opeke.

SKOPJE — ovdje se privode kraju gradnje dvaju kemijskih kombinata: Elektrokemijskog kombinata »Biljana« i Kombinata za proizvodnju sintetičkih vlakana i proizvoda od acetilena »Naum Naumovski — Borče«.

SVETOZAREVO — ovdje uspješno djeluje Poslovno udruženje pomoravskih građevinskih poduzeća — »Pomgrap«.

LJUBLJANA — na inicijativu Stalne konferencije gradova SFRJ, ovdje je nedavno održan sastanak stručnjaka na kome su raspravljani i problemi izgradnje i korištenja javnih garaža u našim većim gradovima.

Kongresi

ČETVRTI MEĐUNARODNI KONGRES LUKA

Od 22. do 27. juna 1964. održan je u Antwerpenu (Belgija) četvrti međunarodni kongres luka. U vremenskim razmacima od oko 5 godina ove kongrese organizira društvo flamanskih inženjera. Prethodni kongresi održani su 1940, 1954. i 1958. godine, uvijek u Antwerpenu.

Iako udaljen 88 km od Sjevernog mora, Antwerpen je — iza nizozemske luke Rotterdam — po veličini druga luka u Evropi. Veza Antwerpena s morem je rijeka Šelda, koja je plovna i za brodove do 50.000 tona nosivosti. Ukupna dužina obala ove luke iznosi 71,2 km, a one su — osim ostale opreme — snabdjevene sa 568 obalnih dizalica. U luci postoji 16 suhih dokova od kojih su sedam dužine od 160 do 255 m. Prošle godine je od oko 18.000 prispjelih brodova Antwerpen imao promet preko 52 miliona tona.

Za usporedbu: Rijeka (uključivo petrolejsku luku) 5,9 miliona tona, sve naše jadranske luke 12,9 miliona tona.

U težnji da se održi i pojača vodeća uloga svjetske luke Antwerpen (udio prometa belgijskih brodova iznosi svega oko 5%), malena Belgija (9,3 miliona stanovnika, a po površini oko 1/8 Jugoslavije) ulaže ogromna financijska sredstva, kako u samoj luci tako i za ostale velike investicione objekte u zemlji o kojima zavisi povećanje prometa te luke, kao napr. splavnica Zandvliet (koja će biti najveća na svijetu), uređaj za podizanje brodova u Ronquièresu na kanalu Bruxelles—Charleroi (brodovi od 1350 t.dizat će se, odnosno spuštati, za 68 m) itd. Stoga Antwerpen predstavlja vrlo pogodno sjedište za održavanje lučkog kongresa, jer postoji mogučnost da se učesnici upoznaju, osim s materijalom obrađenim na samom kongresu, također i sa izvedbom zamašnih i vrlo interesantnih građevinskih objekata, sa suvremenim lučkim postrojenjima, kao i sa brodogradilištima i ostalim industrijama vezanim uz veliku luku. S druge strane, to što je kongres organiziran uvijek u istom mjestu i po istom organizatoru, omogućava korištenje iskustva s pethodnih kongresa za proširenje i poboljšanje narednih.

Svima pravovremeno prijavljenim učesnicima kongresa poslani su opsežni kongresni materijali, nešto oko, mjesec dana prije početka samog kongresa. U 12 svezaka, i još jednom dopunskom koji je primljen na samom kongresu, bilo je štampano ukupno 119 referata na 878 stranica. Ovi referati, u kojima je široko zahvaćena gotovo cjelokupna problematika luka, predstavljaju dragocjeni materijal za studij, pa će sigurno koristiti i našim kadrovima koji rade na izgradnji, opremi ili eksploataciji luka. Naskoro će biti štampana i posebna kongresna knjiga u kojoj će se, osim podnesenih referata, nalaziti izvještaj glavnih izvjestilaca i diskusije na kongresu.

Službeni jezici kongresa bili su nizozemski, francuski, engleski i njemački. Uz sve štampane referate je, uz originalni tekst na jednom od službenih jezika kongresa, bio dodan kratak izvod na jeziku originala i svim ostalim službenim jezicima, što je znatno olakšalo snalaženje učesnika kongresa u opsežnom primljenom materijalu. Sjednice su simultano prevođene na francuski i engleski jezik.

Na početku sjednice svake sekcije, podnio je glavni izvjestilac svoj izvještaj. On je u njemu istaknuo nove i interesantne podatke iz štampanih referata. Njihovi autori, u principu, nisu govorili na sastanku, osim u slučaju ako su željeli dati neke nadopune, ili zbog objašnjenja u vezi s diskusijom koja se vodila nakon izvještaja glavnog izvjestitelja. Na završetku kongresa, na zajedničkom sastanku svih sekcija, glavni izvjestitelji dali su sažeti komentar rezultata rada svoje sekcije, uključivo osvrt na diskusije.

Materijal obrađen na kongresu bio je podijeljen na 7 sekcija, i to: 1) Vodogradnje u lukama, 2) Gra-

đevni objekti u lukama, 3) Primjena mehanike tla i geologije u lukama, 4) Lučka postrojenja, 5) Sigurnost u lukama, 6) Manipulacija robom i uskladištenje, 7) Pogon u lukama. — Rad kongresa odvijao se paralelno u dvije dvorane, jer je većina učesnika bila zainteresirana ili za prve tri sekcije (koje su tretirale problematiku građevinskh objekata) ili za preostale navedene četri sekcije. Program kongresa bio je prilično naporan, jer su se redovno ujutro održavale sjednice pojedinh sekcija, poslije podne stručne ekskurzije prema izboru učesnika, a navečer priredbe društvenog ili turističkog karaktera.

Osvrnut ćemo se malo detaljnije samo na područje rada onih sekcija koje su od posebnog interesa za građevinare.

1. Vodogradnje u lukama

Glavni izvjestilac za ovu sekciju bio je Prof. dr Ing. A. Bolle iz Hamburga, a sastanku je predsjedavao Ing. Ozren Sekulić iz Rijeke. Ukupno je bilo štampano 13 referata. Od toga se 6 referata iz različitih zemalja odnosilo na razvitak gradnje obalnih zidova. Belgijski referat prikazao je obalne zidove u luci Gent, nizozemski u Rotterdamu, njemački u Hamburgu, a francuski u Dunkerqueu. Ruski referat odnosio se na izgradnju različitih tipova obala u SSSR uz upotrebu montažnih elemenata od armiranog i prednapregnutog betona. Japanski referat prikazao je nove tendencije u gradnji obalnih zidova u toj zemlji. Ostalih 7 referata imali su ove teme: djelovanje perforiranih betonskih zidova na smanjivanje udara valova (Kanada), konstrukcija odbojnika za tankere od 100.000 t nosivosti u luci Rotterdam, problem uređenja rijeke Clyde radi omogućenja plovidbe većih brodova do luke Glasgowa, nove tendencije u gradnji suhih dokova u SAD, moderni ploveći dok od 27.000 t u SAD, novi suhi dok dužine 240 m u Bordeauxu, razvitak gradnje velikih kliznih vratiju kod splavnica uz prikaz primjene u luci Wilhelmshaven.

2. Građevni objekti u lukama

Glavni izvjestitelj za ovu sekciju bio je John M. Kyle, glavni inženjer luke New Yorka, a sastanku je predsjedavao Chan Cher Lai, građevinski inženjer iz Singapura. Ukupno je, pod ovim općim naslovom, bilo štampano 15 referata. Njihove teme su ove: proračun elastičnih odbojnika (Japan), obalni uređaji za pristajanje brodova (SAD), pristajanje brodova pomoću bova (Nizozemska), iskustva s prednapregnutim betonom kod izgradnje obala i ostalih konstrukcija u lukama (SAD), ispitivanja bočne otpornosti H-stupova kod obala (Japan), proračun obalnih konstrukcija po metodi graničnih uvjeta (SSSR), elektromehanička razmatranja o pokretnim mostovima velikih raspona (Belgija), most Verrazano-Narrows na ulazu u luku New Yorka, industrijalizacija gradnje mostova primjenom montažnih elemenata od prednapregnutog betona (Belgija), tuneli u lukama (Danska), tunel ispod rijeke u Göteborgu (Švedska), građevni troškovi modernih skladišta za komadnu robu u luci Rotterdam, tipovi tranzitnih hangara i skladišta (SAD), izgradnja lučkih hangara upotrebom montažnih elemenata od prednapregnutog betona (Belgija), popločenje otvorenh površina u lukama (Francuska).

3. Primjena mehanike tla i geologije u lukama

Glavni izvjestilac za ovu sekciju bio je Prof. dr Ing. E. De. Beer iz Genta (Belgija), a sastanku je predsjedavao Prof. J. Kerisel iz Pariza. Štampano je 18 referata, većinom iz Belgije i Nizozemske.

Belgijski autori (6 referata) obradili su ove teme: duboko zgušnjavanje tla pomoću kompaktnih pješčanih pilota, naponi i deformacije sloja gline oko horizontalne cilindrične šupljine, deformacije na površini tla uzrokovane iskopom za podzemne rezervoare, geološka i fizikalna svojstva stijene u vezi s izgradnjom podzemnih rezervoara za zemne plinove u tekućem stanju, gradnja podzemnih rezervoara u Antwerpenu, stari i novi postupak odstranjena vode iz građevne jame.

Autori iz Nizozemske (6 referata) obradili su ove teme: primjena geologije kod projekta Delta, odnos između geografskog položaja ušća rijeke i slijeganja tla duž obale, primjena drenaže sistema Kjellman-Franki i elektroosmotičke odvodnje kod gradnje obalnog zida u Antwerpenu, izvedba lučkih bazena i terena u području poldera za proširenje amsterdamske luke, primjena vertikalne pješčane drenaže kod luke Rotterdam, aspekti mehanike tla u pogledu zatvorenih obloga pokosa.

Autori iz Francuske dali su tri referata u kojima je obrađeno: novi vodeni put za luku Rouen, meandri kod rijeka pod uplivom plime, studija dinamike naplavlivanja na ušću Loire.

Ostali referati: geološka povijest ušća rijeke Severn (Velika Britanija), ušća rijeka i prilazni putevi za luke u Italiji, izgradnja luka na tlu loše kvalitete (SAD).

Glavni izvjestilac istaknuo je sve veću ulogu mehanike tla i geologije kod luka, što omogućava njihovu sigurnu i ekonomičnu izgradnju. Luke na uščima rijeka nalaze se redovno na aluvijalnim slojevima malene nosivosti, pa se često postavljaju problemi fundiranja, koji na prvi pogled izgledaju nerješivi, a predstavljaju važan dio ukupnih investicija. Troškovi se mogu znatno smanjiti različitim metodama kao: predhodnom kompresijom tla, primjenom postupka elektroosmoze, poboljšanjem kvalitete tla itd. Posebna područja predstavljaju problemi izgradnje podzemnih rezervoara za tekuća goriva, te održavanje i produbljavanje kanala za prilaz u luke brodova sa sve većom tonažom. Osnovni uslov za uspješno rješenje mnogih problema je da se, uz pomoć geologa, pravilno sagleda prirodna evolucija.

Za vrijeme trajanja kongresa organizirana je međunarodna izložba luka, na kojoj su prikazani tehnički i ekonomski podaci, lučka postrojenja,

promet i važniji objekti kod niza većih luka. Brojni izloženi modeli, fotografije, karte, dijagrami i nacrti učinili su izložbu vrlo interesantnom i preglednom. Također je više industrijskih poduzeća, čiji se proizvodi primjenjuju u lukama, izložilo podatke o svojim produktima i njihovom korištenju. U isto vrijeme održan je u Antwerpenu međunarodni tjedan posvećen manipulaciji robe u lukama.

Nakon kongresa, manji broj učesnika sudjelovao je i u tehničko-turističkim putovanjima, u trajanju do 12 dana, kojom prilikom je posjećen veći broj mjesta u Belgiji, Nizozemskoj i Zapadnoj Njemačkoj.

Kongresu je prisustvovalo 610 delegata iz oko 50 zemalja sa svih kontinenata. Iz Jugoslavije je bilo 14 učesnika, i to iz Rijeke i Splita. S obzirom na široku problematiku koja se obrađuje u Antwerpenu, bilo bi vrlo korisno da idućem kongresu prisustvuje veći broj naših stručnjaka, pa i ne samo iz lučkih centara. **O. S.**

Iz inozemnih časopisa

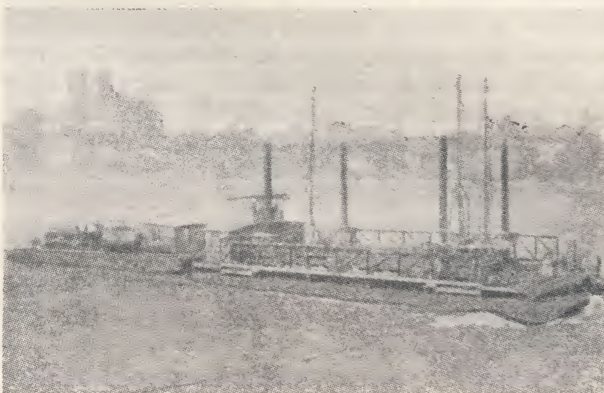
PRODUBLJENJE KORITA RIJEKE RAJNE

(Bau-Maschine u. Technik, Sept. 1964)

Kao sastavni dio izgradnje hidroelektrane Säckingen na Rajni, graničnog postrojenja kojeg podižu zajednički Njemačka i Švicarska ,treba korito rijeke u nizvodnom smjeru na dužini od 2,75 km i produbiti do 4,0 m. Sveukupno treba izvršiti podvodni iskop od oko 800.000 m^3 stijene i 350.000 m^3 šiljunka. Iskopom dobiveni materijal ugrađuje se na različitim mjestima, i to bilo za nasipe u uspornom području ili za izgradnju donjeg stroja autoputova u Njemačkoj i Švicarskoj, i dr.

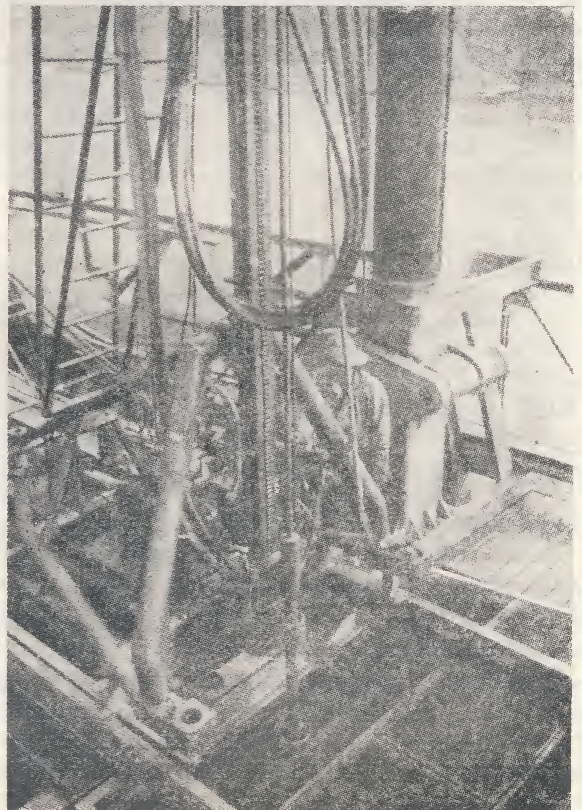
Stijenovito dno rijeke pokrito je slojem šljunka prosječne debljine 0,5 m. Radna zajednica njemačkih i švicarskih izvođačkih poduzeća odlučila se na primjenu tzv. švedske metode bušenja kroz nadsloj.[1] Princip ove metode je u primjeni posebne bušilice, kojom se najprije izbuši i zacijevi bušotina kroz nadsloj, a onda nastavi bušenjem kroz stijenu do potrebne dubine. Prednosti ove metode su očite: nije potrebno gubiti vrijeme na uklanjanju nanosa i rastrešene stijene, već u jednoj radnoj operaciji može izvršiti iskop tj. miniranje stijene, a u drugoj radnoj operaciji se obavlja utovar i odvoz sveukupnog iskopa tj. nanosa, kao i minirane stijene.

Za bušenje primjenjene su specijalno konstruirane Atlas Copco bušilice. Po tri takve bušilice bile su montirane na 2 pontona. Ovi pontoni imaju hidrauličke uređaje za podržavanje na 4 stupa; na ovaj je način fiksiran položaj bušačeg pontona (sl. 1.). Uz ovaj



Sl. 1: Ponton za bušenje

ponton prikačen je manji ponton s kompresorom na diesel pogon od 17 m^3/min zraka. Nakon što je izvršeno bušenje kroz nanos i gornji sloj trošne stijene, i to



Sl. 2: Bušenje kroz zaštitnu cijev

nešto većim promjerom negoli sama minska bušotina, te ovaj dio zacijevljen, buše se bušotine kroz stijenu (sl. 2). Odmah nakon što je bušotina dovršena, nju se puni eksplozivom. Pripremljeni naboj sastoji se od metalne fleksibilne cijevi ispunjene švicarskim sigurnosnim eksplozivom Aldorfit A i električno neosjetljivih upaljača (sl. 3). Nakon ovog izvlači se zaštitna cijev kroz nanos i bušilica na pontonu na šinama pomakne do slijedeće bušotine. Vidljivo je, da su uređaji dobro fiksirani, što omogućuje održavanje tačne sheme bušenja. Nakon što je izbušeno jedno cijelo polje, uklone se pontoni i obavlja miniranje.

Iskop miniranog materijala obavlja se sa dva plivajuća bagera kabličara s kablicama od 100 i 185 l. Oni dnevno izbacuju oko 1500 m^3 šljunka i minirane stijene i tovare ovaj materijal u 9 klapeta s vlastitim pogonom (200 KS).

Ovakav rad uz miniranje nije bio dozvoljen na potezu 100 m uzvodno i 100 m nizvodno od mosta preko Rajne kod Säckingena, koji zbog historijske vrijednosti je rekonstruiran uz velike troškove. Na tom potezu vršeno je teškim alatima razbijanje stijenovitog dna u slojevima oko 80 cm. Izbacivalo se ovaj materijal plivajućim Manitowoc — bagerom s dubinskom kašikom od 2,3 m^3 i krakom od 18 m. Ovaj teški uređaj odabran je zbog vrlo velike brzine rijeke u dosta suženom profilu kod mosta (3,5 m/sek).

Za razvoz dobivenih velikih količina materijala izvođači su angažirali jedan ogroman mašinski park velikih utovarivača, bagera, buldozera, dumpera do 20 m^3 sadržine i dr.

Interesantno je da su radovi izvođeni na njemačkom i na švicarskom teritoriju, te su na svakom radilištu važili drugačiji zakoni. Izvođači su se koristili tom okolnosti kod nabave materijala i organizacije radova. Tako je npr. sav eksplozivni materijal bio nabavljen iz Švicarske, jer je tamo jeftiniji negoli u Njemačkoj. Osim toga sav eksploziv bio je uskladišten na švicarskoj strani, jer su švicarski propisi u tom pogledu blaži od njemačkih (švicarski propisi traže smještaj u čuvarevoj baraci, a njemački u specijalnom bunkeru).



Sl. 3: Punjenje minske bušotine kroz zaštitnu cijev

---

[1] *Opaska prev. O ovoj metodi bušenja vidi i napis »Nova metoda bušenja nadsloja« Građevinar br. 5/1963.*

V. J.

IZGRADNJA HIDROELEKTRANA NA RIJECI VOLTI

(Baumaschine u. Ttehnik, Sept. 1964)

Općenito

Početkom 1962. godine započela je u Gani izgradnja hidroelektrane Akosombo, prve stepenice od njih tri projektiranih na rijeci Volti, i jednog od najvećih vodograđevnih projekata Afrike. Prvi planovi iskorištenja preko 1500 km duge rijeke bili su izrađeni još 1915. godine od vlade tadašnje britanske kolonije Zlatna Obala. U 1924. god. bio je izrađen projekat brane kod Ajena (oko 2,4 km nizvodno od ovog mjesta izgrađuje se danas brana Akosombo), koja je trebala služiti za potrebe navodnjavanja nizine obalnog područja Akra—Tema.

Otkrivena velika nalazišta boksita naveli su Zapadnoafričko aluminijsko društvo da 1938—1948. god. detaljnije prouči pitanje izgradnje jedne luke i jedne hidroelektrane na rijeci Volti. Od 1950—1956. god. izrađen je projekat iskorištenja rijeke Volte, eksploatacije nalazišta boksita, proizvodnje aluminija i izgradnje morske luke Tema.

Nakon što je u martu 1957. god. Gana postala samostalna, nastojalo se doći do financijskih sredstava za realizaciju ovih projekata. Uz financijsku pomoć USA, Svjetske banke, Velike Britanije i dr. bilo je moguće ujesen 1960. raspisati licitaciju za građevinske radove Volta-projekta. Radovi su izdati talijanskom konzorciju Impregilo ,koji je upravo bio dovršio izgradnju brane Kariba.

Opis energetskog korištenja

Projekat energetskog iskorištenja rijeke Volta obuhvaća cijeli tok ove rijeke na području Gane i predviđa izgradnju tri hidroelektrane, koje su po snazi i opsegu vrlo različite (sl. 1).

Najuzvodnije postrojenje B u i na Crnoj Volti imat će instaliranu snagu od 190 MW uz prosječni pad 66,5 m i prosječni iskorišteni protok od 163 m^3/sek. Predviđa se izgradnja 110 m visoke nasute brane kojom se postiže akumulacija od 14,5 milijarde m^3. Finansiranje izgradnje ove stepenice osigurano je po SSSR-u, ali će se započeti tek za nekoliko godina, jer će potrebe Gane na energiji nakon izgradnje postrojenja Akosombo biti zadovoljene za niz godina.

Slijedeće i najveće postrojenje je A k o s o m b o koje se danas nalazi u završnoj fazi izgradnje. Nasuta brana kao glavni objekt ovog postrojenja je znatnih razmjera (visina 110 m, dužina krune 640 m, kubatura 8 milijuna m^3) nalazi se 110 km uzvodno od ušća rijeke Volte u Atlantski ocean. Strojarnica sa 6 Francis turbina i ukupno 770 MW instalirane snage je neposredno nizvodno od brane na desnoj obali. Prosječni pad je 66 m, a prosječni iskorišteni protok 1090 m^3/sek. Ovom branom zahvaća se slivno područje od 394.000 km^2 (više od 1,5 puta površine cijele Jugoslavije!) i postiže akumulacija od 148 milijardi m^3, što predstavlja dosad najveće umjetno jezero na svijetu. Evakuacioni organi brane dimenzionirani su na 25.500 m^3/sek.

Oko 18 km nizvodno od ove brane projektirana je treća i posljednja stepenica K p o n g. Radi se o niskotlačnom protočnom postrojenju prosječnog pada 12 m i instalirane snage 140 MW.

Postrojenje Akosombo

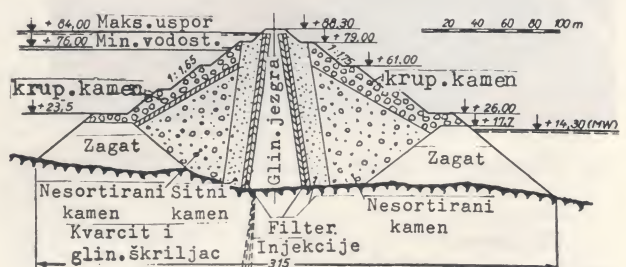
Površinski slojevi akumulacije sastoje se od paleozojskih pješčara, glinenih škriljaca, lapora i kvarcita. Ove se formacije pojavljuju pretežno u vekim slojevima. S obzirom na ovako povoljnu geološku građu, propusnost uopće ne dolazi u pitanje.

Sl. 1: Situacija objekata kompleksnog Volta projekta

Geološki uslovi na mjestu izgradnje brane su međutim nepovoljniji. Slojevi su tektonski poremećeni i postoji nekoliko jačih rasjeda. Teren se sastoji pretežno od kvarcita, pješčara i glinenih škriljaca. Samo korito rijeke pokrito je debelim slojem pješčanog nanosa. Postojanje proslojaka od glinenog škriljca pokazalo se vrlo nepodesnim za temeljenje jedne brane koja prenosi u temelje veća specifična opterećenja.

Problemu temeljenja posvećena je naročita pažnja. Izvršeno je oko 350 preko 60 m dubokih geoloških istražnih bušotina, te mnogobrojna istražna okna i potkopi. Na temelju detaljno utvrđene geološke građe terena, na odabranom mjestu brane odabrana je kao najsvrsishodnija nasuta brana. Odabrana je brana od kamenog nabačaja sa srazmjerno tankom glinenom jezgrom. Maksimalna visina brane je 113 m, a dužina u kruni 640 m. (Sl. 2).

Zbog opisane dosta komplicirane i nepovoljne strukture terena na kojem se izgrađuje ova brana, bilo je potrebno izvršiti znatne injekcione radove, i to kako u svrhu postizavanja jednog vrlo nepropusnog zastora, tako i radi konsolidacije samog terena. Izvedena je injekciona zavjesa dubine do 40 m s razmakom bušotina 1,5 m; ukupna dužina bušotina je 20.000 m, a prosječni utrošak cementa oko 100 kg/m bušotine. Interesantno je, da je ova zavjesa izvedena prije nasipavanja brane, te nije predviđena injekciona galerija za pro-

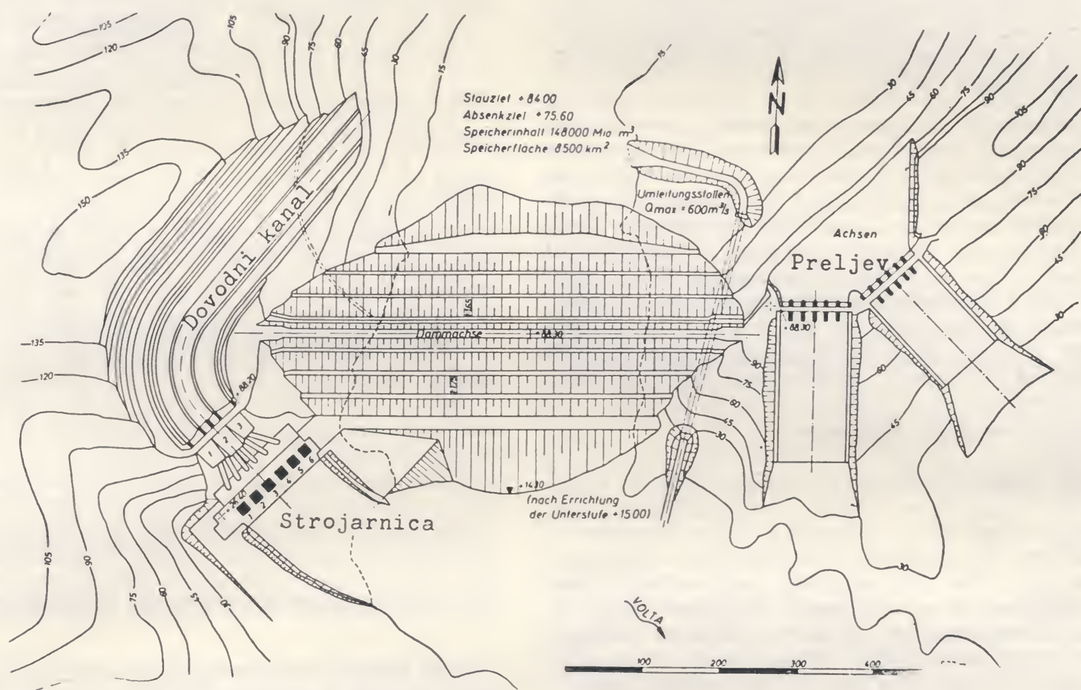


Sl. 2: Nasuta brana Akosombo — Poprečni presjek

vedbu eventualnih kasnijih (naknadnih) injekcionih radova.

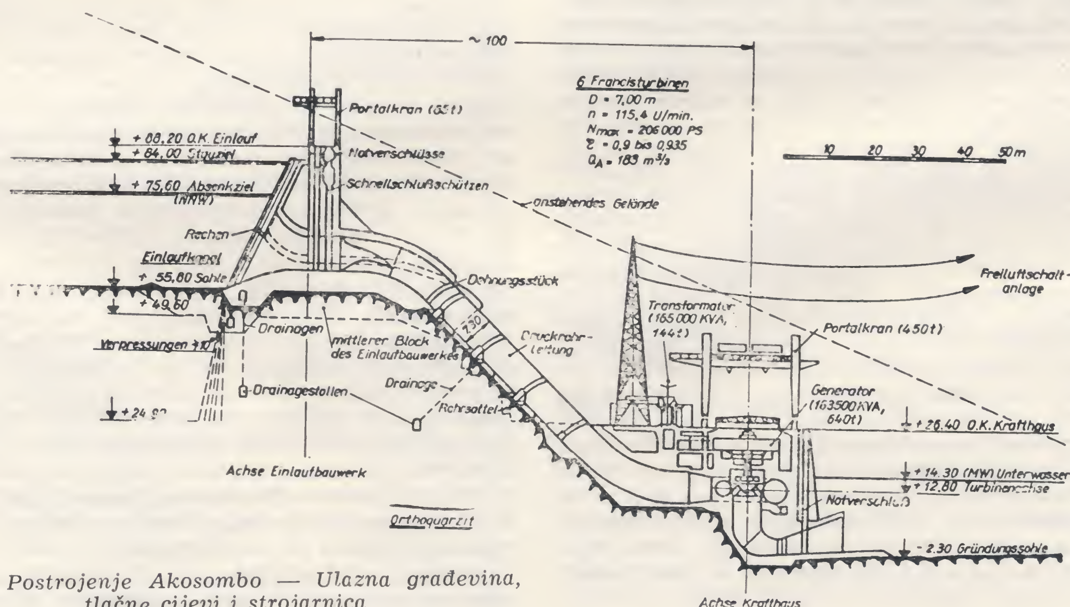
Naročita pažnja posvećena je proračunu i pravilnoj konstrukciji organa za evakuaciju vode. Proračun katastrofalne vode rijeke Volte na tom mjestu dao je primjenom raznih metoda veličinu od 127.000 do 132.000 m³/sek. Međutim, uzevši u obzir veliko retenciono djelovanje ove akumulacije, naročito u gornjem dijelu uspora, proračunat je potrebni kapacitet evakuacionih organa s 25.500 m³/sek. Stvarno izmjereni najveći protok bio je, međutim, dosad svega oko 14.600 m³/sek (1917. god.).

Organ za evakuaciju sastoji se od preljevne brane s pomičnim zapornicama veličine 15 X 17 m. Ukupna dužina ove brane je 168 m, te je njeno specifično opterećenje 152 m³/sek/m (sl. 3). Na ovu branu nastavlja se brzotok. Zbog odlične kvalitete stijene u kojoj su izvedena dva korita ovog brozotoka, nije bilo potrebno betonirati ovaj objekat. Iskopom dobivenih oko 2,5 milijuna m³ materijala upotrijebljeno je za nasipavanje same brane. Na kraju brzotoka tj. njegovom utoku u korito rijeke uopće nije trebalo predvidjeti uništač energije, jer se korito na tom mjestu nalazi u odličnoj stijeni u kojoj ne postoji nikakve mogućnosti erozije.



Sl. 3: Postrojenje Akosombo — Situacija

Dovod vode strojarnici projektiran je na desnoj obali. Do ulazne građevine vodi 370 m dugi i u osnovi 63 m široki dovodni kanal. Iskopom ovog kanala dobit će se oko 2,8 milijuna m³ stijene, koja će se ugraditi u



Sl. 4: Postrojenje Akosombo — Ulazna građevina, tlačne cijevi i strojarnica

samu branu. Pokosi kanala su strmi (4 : 1) i neobloženi; povećani gubici na padu zbog veće hrapavosti takve izvedbe su beznačajni zbog male dužine ovog kanala. Ulazna građevina sastoji se od tri jedinice širine 21 m; svaka ovakva jedinica predstavlja ulaz za po 2 tlačne cijevi. Visina ovih objekata je velika i iznosi 37—43 m. Tlačne cijevi su od čeličnog lima debljine 19 do 37 mm i promjera 7,30 m. Ležajevi ove cijevi su na razmaku od 13 m. Maksimalna brzina vode u cijevi je 7 m/sek. Limovi za ove cijevi pripremljeni su i sasvijeni u tvornici i zavareni na gradilištu u elemente dužne oko 7 m i težine 45 t. Dužina dovoda od ulazne građevine do strojarnice je oko 100 m.

Strojarnica je situirana neposredno uz nizvodnu nožicu brane na desnoj obali. Za svaku turbinsku jedinicu izgrađuje se identičan elemenat dužine 21 m (sl 4). U svemu će se u konačnoj fazi izgradnje instalirati 6 Francis turbina s vertikalnom osi. Promjer rotora je 7 m, snaga 179.000 KS, brzina okretaja 115,4 okret./min. U vezi sa strojarnicom izgradit će se transformatorsko i rasklopno postrojenje iz kojeg se energija odvodi dalekovodom 161 kV u glavna konzumna područja. U prvoj etapi izgradnje strojarnice, izgradit će se samo 4 elementa za instalaciju 4 turbo-egregata.

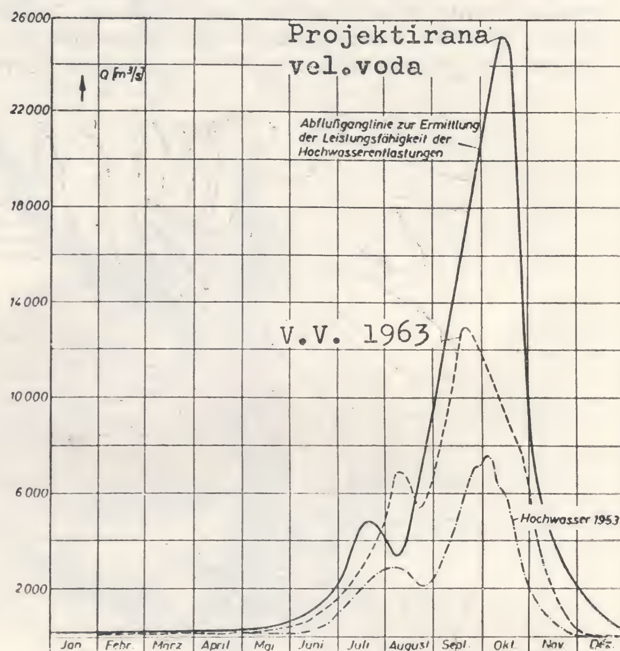
Izgradnja postrojenja Akosombo

Jedan naročito interesantan problem bilo je rješenje evakuacije vode za vrijeme građenja. Smatralo se da kod izgradnje treba računati s velikom vodom od 13.000 m³/sek, tj. oko 50% veličine katastrofalne velike vode za koju su dimenzionirani evakuacioni organi brane. Naravno da se nije moglo pomišljati na to, da se tako ogromni protok evakuira obilaznim tunelom. Ipak je morao biti izgrađen obilazni tunel, ali samo za odvođenje srednjih voda do cca 600 m³/sek. Promjer ovog tunela je 9,20 m, dužina 300 m, a providen je betonskom oblogom na cijeloj svojoj dužini.

Ovaj tunel će se plombirati nakon dovršenja gradnje, jer se smatralo da njegova kasnija upotreba kao temeljnog ispusta ne dolazi u obzir, jer takav objekat nije uopće projektant smatrao potrebnim. S obzirom na takve okolnosti trebalo je pribjeći jednom novom i prilično revolucionarnom rješenju, i to evakuaciji vode preko samog tijela brane. Nasipavanje brane obavljano je uvijek tako, da je oko 3/4 dužine krune ostala na nižoj koti i bila predviđena za preljev. Velike vode rijeke Volte nastaju kao posljedica dvaju kišnih perioda maj—juni i oktobar, i traju od mjeseca juna do novembra (sl. 5).

S obzirom na tako dugo trajanje ovih voda koje znatno premašuju kapacitet obilaznog tunela, trebalo je u prve dvije godine građenja računati s višemjesečnim prelijevanjem brane u izgradnji. Da se izbjegnu kod toga veća oštećenja preljevnog nasutog dijela, izvršena su odgovarajuća osiguranja nizvodnog pokosa. Primjenjeni su veliki kameni blokovi i velike žičane košare ispunjene kamenim materijalom. Ove mjere osiguranja pokazale su se vrlo podesnim, premda, naravno, da nisu mogle u potpunosti biti izbjegnute štete. U 1962. godini došlo je do velike vode od 8.600 m³/sek, koja se bez većih posljedica prelijevala preko izgrađenih nasutih zagata (odnešeno je svega 20.000 m³ materijala). U 1963. godini došlo je do pojave još veće velike vode, i to od 13.000 m³/sek tj. one maksimalne s kojom se računalo za vrijeme izgradnje. Ovom prilikom odnešeno je svega oko 50.000 m³ nasipnog materijala.

Za vrijeme preplavljivanja dijela brane, bio je nastavljen rad na povišenom dijelu brane, naravno pod otežanim uslovima zbog sužene fronte rada i kišovitog vremena.



Sl. 5: Dijagram vodostaja rijeke Volte

Prije početka nasipavanja brane trebalo je iz korita rijeke ukloniti u prosjeku 20 m debeli sloj pješčanog nanosa u količini oko 1 milijun m³. Ovaj rad obavljan je pomoću plivajućih hidrauličkih bagera.

Materijal za glinenu jezgru vađen je u obližnjem pozajmištu pomoću skrepera i ugrađivan je u slojevima debljine 30 cm. Prema potrebi vlažen je taj materijal radi postizavanja optimalne vlažnosti. Sabijan je pomoću valjaka s ježevima i valjaka s gumenim točkovima (od 50 t).

Za izradu potpornog tijela brane od kamenog nabačaja upotrijebljen je u najvećoj mjeri kameni materijal dobiven prigodom iskopa ostalih objekata (dovodni kanal i ulazni uređaj, preljev i strojarnica). Samo malu količinu trebalo je izvaditi iz obližnjeg kamenoloma. Već kod dobivanja ovog kamenog materijala obavljano je njegovo sortiranje u grubi kamen (min. 50% količine zrna preko ⌀ 150 mm, max. 10% količine kamena manji od 5 kg (i sitan kamen) max. zrno ⌀ 60 mm, ⌀ 35 mm max. 30% ukupne količine. Grubi kameni materijal ugrađivan je u vanjskoj uzvodnoj i nizvodnoj zoni potpornog tijela, a sitni u zoni uz fileterske slojeve jezgre. Materijal je dopreman na branu teškim dumperima. Nasipavanje krupnog kamena obavljano je s čela u visokim etažama uz hidrauličku ugradnju (utrošak 2 m³ nasipa). Nasipavanje sitnog kamena obavljano je u slojevima visine 1 m, a sabijanje provedeno teškim vibracionim valjcima uz djelovanje hidromonitora.

Filterska zona s obje strane glinene jezgre izvedena je od dva srazmjerno tanka sloja, i to jednog od finog riječnog i drugog od krupnog šljunka.

Predviđa se da će punjenje akumulacije (148 milijardi m³) trajati oko 4 godine. Radovi su do danas već

toliko uznapredovali, da je u julu 1964. godine na ovoj brani započelo s usporavanjem rijeke Volte.

Troškovnikom koji je izrađen 1959. godine, bili su utvrđeni troškovi cijelog ovog kompletnog projekta:

Postrojenje Akosombo (za 512 MW) (uključivo ceste i preseljenje stanovništva)	1333,75 milijuna $
Dalekovod 161 kV dužine 800 km (s glav. transformat. stanicama)	36,25 „
Željeznička pruga za opskrbu tvornice aluminija	6,38 „
Otvaranje boksitnih rudnika i izgradnje tvornice aluminija	155,62 „
UKUPNO:	332,00 milijuna $

U dosadašnjem toku građenja postignute su izvjesne uštede u troškovima, tako da će predviđena financijska sredstva vrlo vjerojatno biti dovoljna za dovršenje ovog projekta, čije dovršenje je planirano u 1966 godini.

V. J.

PRIJELAZ KANALA LA MANCHE

(Civil Enginnering, Juli 1964)

Općenito

Velika Britanija i Francuska objavili su početkom ove godine da će izgraditi jedan željeznički tunel ispod Kanala. Očekuje se da će troškovi izgradnje preko 50 km dugog tunela iznositi više od 400 milijuna $ i trajati 5 do 6 godina; oko 40 km njegove dužine bit će pod vodom. Predloženi tunel spojit će Folkestone kod Dovera na britanskoj obali sa Sangatte, mjestom na francuskoj obali između Calaisa i Boulogne (sl. 1).

Historijski razvitak projekta

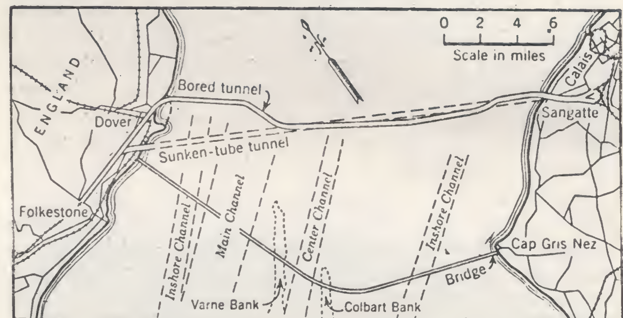
Projekt se s većim ili manjim prekidima obrađuje već preko 160 godina. Prvi poznati zagovornik izgradnje jednog tunela ispod Kanala bio je francuski rudarski inženjer Albert Methieu. On je 1802. predložio izgradnju takvog tunela u dva odsjeka: u sredini Kanala nasuo bi se otok, koji bi služio kao odmaralište za zaprege, koje bi kanal prelazile za 3 sata. Ventilacija tunela bila je predviđena dimnjacima koji bi stršili iz mora.

Slijedeće godine jedan drugi Francuz, de Mottray, predložio je izgradnju tunela u vidu potopljene cijevi, izrađene od sekcija cijevi spuštenih na dno kanala i spojenih nepropusnim spojevima.

Premda je fantazija ovih ljudi bila nesumnjivo daleko ispred tehničkih mogućnosti i sredstava toga doba, ipak je interesantno, da su već oni predvidjeli takva dva principijelna rješenja ovog tehničkog problema, koja su se razmatrala i u najnovije doba.

Francuski građevinski inženjer de Gamond posvetio je svoj čitav život problemu prijelaza ovog Kanala. Od 1833. do 1867. izvršio je sistematska istraživanja u Kanalu zbog utvrđivanja toka dna, na temelju čega je izradio projekt — na dno spuštene cijevi. Nadalje je izradio i druge projekte za ovaj prijelaz, i to: most ogromnih dimenzija, betonski plivajući otok na parni pogon i dr. Geološki uslovi terena ispod Kanala bili su praktički nepoznati i bili su grubo ocjenjeni samo na temelju opažanja provedenih na obim obalama. Gamond je 1855. godine izvršio niz ronjenja do dna u cilju geološkog istraživanja, roneći bez ikakvih aparata do dubine od 33 m. Na temelju ovih istraživanja došao je do uvjerenja da je moguće izbušiti jedan tunel u stijeni, te je izradio projekat dvokolosiječnog željezničkog tunela. U 12 malih umjetnih otoka bila bi instalirana okna za ventilaciju. Pomoću zapornica bilo je moguće potopiti ovaj tunel za kratko vrijeme. Ovo je svakako bila njegova koncesija britanskom Ministarstvu rata, koje je oduvijek bilo nesklono realizaciji takvog projekta, zbog opasnosti invazije s kopna.

1865—1866. izvršili su britanski inženjeri nekoliko bušenja u Kanalu. 1870. godine osnovana su dva društva, i to jedno britansko i jedno francusko za izgradnju tunela ispod Kanala. U 1881. započeta je izgradnja tunela s britanske strane. Između Dovera i Folkestone izbušena su dva okna iz kojih se pristupilo iskopu potkopa promjera 2,1 m. Izbušeno je okno 1800, odnosno 800 m. S francuske strane izbušeno je na sličan način oko 1450 m potkopa. Bušenje u čvrstim i nepropusnim krednim formacijama napredovalo je bez teškoća. Pod pritiskom britanskog Ministarstva rata došlo je do obustave ovih radova zbog navedene bojazni. Iz istih razloga bila je odbijena u britanskom parlamentu 1930. godine jedna preporuka savjetodavne komisije za izgradnju takvog tunela. Čak i 1955. godine



Sl. 1: Situacija raznih rješenja prijelaza

nije s britanske strane pokazivan interes za realizaciju takvog projekta.

Tek 1957. došlo je do daljnje inicijative i osnivanja »Studijske grupe za tunel ispod Kanala« u kojoj su bili zastupljeni britanski, francuski i američki interesi i uz pretežno financiranje od Kompanije Sueskog kanala. Nakon iscrpnih prethodnih studija i geoloških istraživanja izvršenih u okviru raspoloživih financijskih sredstava, ova je grupa 1960. godine obim vladama podnijela prijedlog za izgradnju jednog dvokolosiječnog tunela s uređajima za željeznički prijevoz automobila, autobusa i teretnih vozila. Ekonomska analiza pokazala je rentabilnost ovog projekta. Internacionalne grupe građevinskih poduzeća razradile su orijentacione troškovnike za izvedbu bušenog tunela i spuštene cijevi. Druga grupa u kojoj su bili zastupljeni pretežno francuski interesi, obradila je projekat željezničko-cestovnog mosta.

U septembru 1963. godine zajednička komisija obih vlada prihvatila je prijedlog studijske grupe o izgradnji jednog željezničkog tunela.

Geologija i istražni radovi

Dno Kanala je srazmjerno ravno. Dubina mora je u tzv. Glavnom kanalu blizu Engleske 27 m i oko 54 u tzv. Istočnom kanalu. Postoje i dva veća plićaka, gdje je dubina mora svega oko 4,5 m. »Studijska grupa za tunel ispod Kanala« poduzela je 1959. godine geološke istražne radove. Izvršeno je 12 bušotina u trasi predviđenog bušenog tunela u slojevima krede do 90 m

dubine ispod dna Kanala. Ovaj rad izveden je s dosta teškoća zbog loših vremenskih prilika i jakih struja u tom području, i jer se zbog srazmjerno malog opsega ovih radova nisu mogli primijeniti specijalni uređaji za takve radove, kao npr. pokretna platforma na teleskopskim nogarima. Ovi istražni radovi upotpunjeni su provedbom akustično-seizmičkih (soničnih) pokusa. Akustični impuls nastaje električnom iskrom u vodi, te se ovaj odbija od morskog dna i raznih nižih horizonata. Na temelju ovih istraživanja dokazan je kontinuitet formacije Donje krede u kojim bi se izbušio tunel. Trebat će još utvrditi postojanje većih pukotina i rasjeda u tim slojevima.

Izgradnja mosta

Za izgradnju mosta dolazi u obzir najkraća udaljenost od engleske obale između Dovera i Folkestone i rta Gris Nez na francuskoj obali. To znači da bi svi stupovi trebali biti temeljeni u vodi dubine 30 do 60 m, u slojevima Donje krede, u glinama, pijesku i pješčenjacima. Dužina ovog mosta bila bi oko 36 km. Most bi imao tri glavna otvora za plovidbu, jedan uz francusku obalu, a dva u zapadnom području. Svaki ovakav otvor bio bi raspona 540—600 m i slobodne visine nad morem barem 60 m za vrijeme plime. Ostali dio mosta imao bi otvore raspona oko 180 m i slobodne visine 15—30 m. Kolovozna konstrukcija projektirana je za dva željeznička kolosijeka i za cestu s barem četiri prometne trake. Proračunato je, da bi se ovakav most mogao izgraditi za 5 do 6 godina i da bi troškovi izgradnje iznosili 600 do 800 milijuna $.

Kao nedostaci ovog rješenja postavljaju se osim velikih troškova izgradnje još i pitanje mogućnosti održavanja cestovnog prometa za vrijeme čestih bura i magle, te očite smetnje u naročito živoj plovidbi u ovom području Kanala.

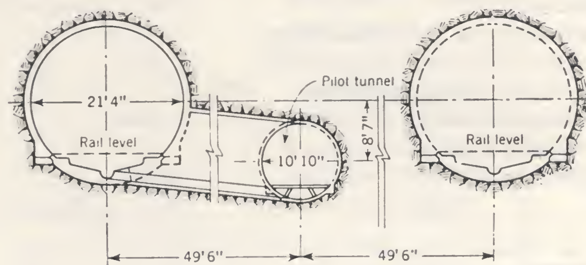
Kombinacija mosta i tunela

Predložena je kombinirana konstrukcija u cilju da se udovolji interesima plovidbe. Tunel bi se izgradio ispod tzv. Zapadnog kanala, kojim se odvija oko 3/4 cjelokupnog prometa, dok bi na ostalom dijelu bilo izgrađen most. Ovakvo rješenje zahtjeva izgradnju umjetnih otoka. Prijelaz od tunela na most je — zbog željezničkim prometom uslovljenog malog nagiba nivelete — vrlo dug. Ipak bi dužina tunela bila oko 12—13 km. Ventilacija tako dugog cestovnog tunela predstavlja ozbiljan problem skopčan s znatnim troškovima. Trajanje i troškovi izgradnje ovog rješenja bili bi isti kao i za rješenje s mostom.

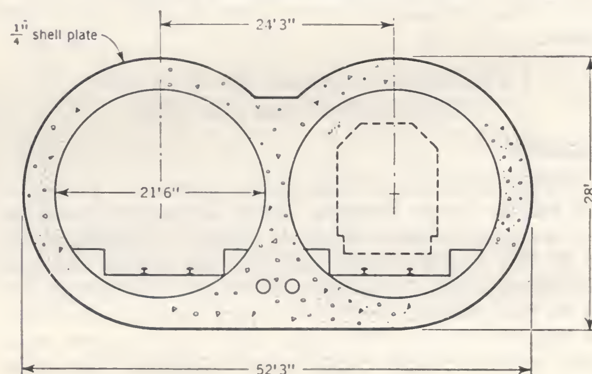
Bušeni tunel

Kod rješenja s cestovnim tunelom pojavljuje se vrlo teški problem njegove ventilacije. Predviđa se da bi 1980. godine promet porastao na 750 vozila na sat. Ventilacija oko 40 km duge dionice tunela za takav broj vozila bit će svakako skupa. Međutim, dvokolosiječnim tunelom, kojim bi se kretali specijalni vlakovi i vozila brzinom od 80 km/sat, moglo bi se prevesti u svakom smjeru 3600 vozila na sat uz redoviti putnički i teretni promet. Ekspresni vlakovi savladavali bi put od Londona do Pariza za oko 4,5 sati, što je svega nešto više od trajanja putovanja avionom, ako se doda trajanje putovanja od aerodroma do centra grada. Problem ventilacije se vrlo pojednostavnjuje za slučaj električnevuče ovih vlakova. Smatra se da bi troškovi izgradnje tunela iznosili 300—400 milijuna $ tj. oko polovice troškova izgradnje mosta.

Ovakav tunel trebalo bi izvesti u slojevima Donje krede, koji su nepropusni i dovoljno čvrsti da bi se tunel mogao bušiti u punom profilu. Iskop pod komprimiranim zrakom ne dolazi u obzir zbog velike dubine ovog tunela i potrebnog velikog pretlaka. Izvedbu ovog tunela mogu otežati veće pukotine u stijeni, pa će biti potrebna vrlo detaljna geološka ispitivanja u svrhu utvrđivanja potrebnog kontinuiteta terena. U tu svrhu predviđa se izgradnja jednog istražnog potkopa



Sl. 2: Presjek bušenih tunela



Sl. 3: Presjek spuštene cijevi

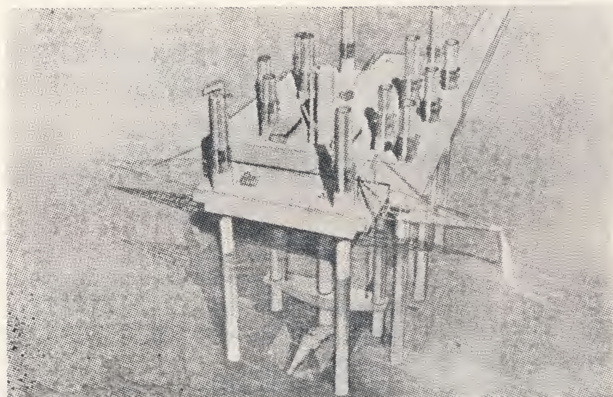
promjera 3 m, koji bi se izvodio između obih tunelskih cijevi (sl. 2). Ovaj potkop mogao bi služiti kasnije i za potrebe odvodnje ili prilaza glavnim tunelima. Prethodno bušenju ovog potkopa izvode se iz čela geološke bušotine ⌀ 100 mm i dužine 9 m. Za slučaj da takve bušotine naiđu na pukotine kojim bi mogla prodrijeti voda, injektiralo bi se cementom ili kemikalijama. Glavni tuneli, svaki za po jedan kolosijek, bili bi sa svake strane ovog istražnog potkopa i bili bi kružnog profila, svijetlog promjera oko 6,5 m (sl. 2). Dužina svakog od ovih tunela bila bi oko 53 km. Najduža radna dionica bila bi kod izvođenja radova iz okana na obali smanjena na oko 42 km. kopajući specijalnim strojevima brzinom 15 m dnevno mogao bi se ovaj rad izvršiti za 4 godine. Trasu tunela trebat će prilagoditi geološkim uslovima tako da se ostane u povoljnim formacijama Donje krede. Na najnižem mjestu bio bi tunel 84 m ispod srednjeg nivoa mora. Još 1881. godine izbušeni dio tunela se do danas nije urušio i pokazuje da je stijena povoljna za izvedbu takvog rješenja.

Spuštena cijev

Za izvedbu tunela u vidu spuštene cijevi geološki su i geomehanički problemi znatno jednostavniji. Ležište za cijevi može se iskopati specijalnim hidrauličkim bagerima čak u slučaju da se na površini naiđe na formacije Krede. S druge strane, kohezija i nosivost tla od nanosnog materijala su dovoljni, da bi dozvolili izvedbu jarka s pokosima i temeljenje dvojne cijevi (sl. 3). Ovakav tunel izveo bi se u pravcu između Dovera i Sangatte. Dubina mora na toj trasi nije veća od 54 m. Sonična istraživanja pokazala su da uzduž ove trase ima dosta potopljenih brodova iz starijeg i no-

vijeg vremena, koji predstavljaju jednu neobičnu i dosta neugodnu zapreku izvođačima, ukoliko ne budu na vrijeme utvrđeni i uklonjeni.

Izvedba ovakvog tunela predviđa se u sekcijama cijevi dužine 150 m. Svega će biti potrebno 240 takvih sekcija (36 km). U obalnom području gdje more nije dovoljne dubine da bi se mogao izvesti tunel na takav način, predviđa se izvedba tunela u otvorenoj građevnoj jami pod zaštitom žmurja. Sekcije cijevi će se izgraditi u suhim dokovima, vjerojatno na francuskoj strani. Radovi na polaganju neće se moći obavljati tokom cijele godine zbog jakog nevremena u Kanalu, pa se predviđa uskladištenje prefabriciranih sekcija u plivajućem stanju blizu mjesta njihove proizvodnje.



Sl. 4: Radna platforma za iskop jarka

Zbog znatnih strujanja vjetra, te čestih vremenskih nepogoda na tom mjestu, uočeno je da se izvedba ove cijevi neće moći izvesti pomoću plovnih objekata. Stoga se predviđa primjena specijalnih dvojnih platformi koje su međusobno uvučene i od kojih svaka može stajati na vlastitim teleskopskim poduporama (sl. 4). Kad je takva platforma u plivajućem stanju dovedena na početni položaj i podignuta na poduporama na visinu od 9 m iznad nivoa mora, može se cijela ogromna konstrukcija dalje kretati na taj način, da se dio platforme izvuće i odupre o dno; nakon toga se podignu podupore cijele platforme na pređašnjem položaju i ovaj dio pomakne na novi položaj.

Na svakom radnom mjestu bila bi potrebna dva takva uređaja. Jedan uređaj služio bi za izvedbu iskopa jarka za polaganje cijevi primjenom hidrauličkog bagera s glavom za iskop tla. Pomicanjem cijevi na kojoj je ova rotirajuća glava obavljao bi se iskop jarka u planiranim dimenzijama. Drugi uređaj služio bi za polaganje sekcija cijevi. Prvo bi se na iskopano dno jarka položio sloj pijeska. Sekcije cijevi bile bi dopremane u plivajućem stanju ispod radne platforme, učvršćene na jake dizalice i pomoću njih spuštene na dno. Predviđaju se specijalne teleskopske spojnice za postizavanje nepropusnih spojnica uz minimalno učešće rada ronioca. Nakon što je svaka sekcija definitivno položena u ispravni položaj, obavlja se njeno fiksiranje zatrpavanjem jarka pijeskom. Kao zaštita od eventualno potonulih brodova izveo bi se nad tjemenom cijevi nasip debljine barem 1,5 m.

—

Treba odati priznanje viziji i fantaziji svih onih koji su se bavili ovim velikim pothvatom, kao i hrabrosti ljudi koji su pred 80 godina započeli rad sa znatno skromnijim sredstvima od onih kojima raspolažemo danas.

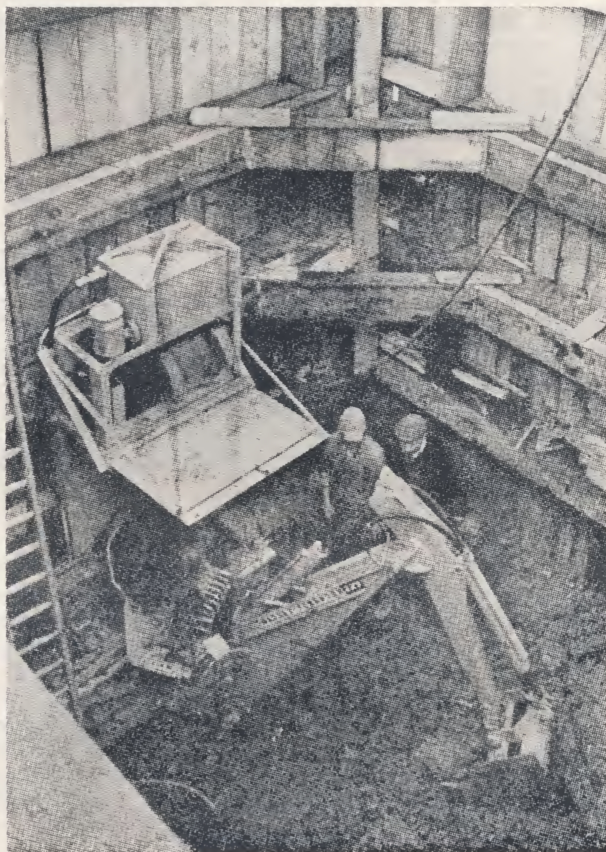
V. J.

NOVOSTI U IZGRADNJI VERTIKALNIH OKANA

(Modern Industry & Machine Age, Maj 1964)

U toku izgradnje jedne nove pruge podzemne željeznice u Londonu trebalo je izgraditi dva vertikalna okna dubine 24 m. Jedno od okana je promjera 5 m i obloženo segmentima od ljevanog čelika i služiti će za dovod kabela i ventilaciju. Drugo okno je privremenog karaktera, kvadratnog oblika sa stranicom 5,15 m s teškom drvenom podgradom i bit će zasuto nakon dovršetka izgradnje odnosnog poteza podzemne željeznice.

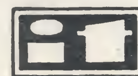
Iskop ovh okana obavljan je pomoću hdrauličkog bagera izgrađenog po projektu izvođača. Bager se sastoji od osnovnih elemenata standardnog bagerskog uređaja Massey-Ferguson 220, koji se inače montira na traktore. Za pogon ovog bagera u oknu je bio instaliran hidraulički uređaj na električni pogon. Bager je učvršćen za drvenu podgradu okna. Njegova iskopna kašika siže preko polovice površine okna. Iskopani materijal se tovari u posude koje se diže dizalicom. Nakon što je iz jednog položaja ovog bagera izvršeno produbljenje iskopa na cca polovici površine okna, premješta se bager pomoću dizalice na susjednu stranu, da se s tog položaja izvrši produbljenje iskopa na preostalom dijelu.



Primjena ovog lakog i jeftinog uređaja pokazala se vrlo efikasnom.

V. J.

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



IV SJEDNICA IZVRŠNOG ODBORA SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVASKE

22. srpnja 1964. održana je u Zagrebu IV sjednica Izvršnog odbora SGITH, mandatnog perioda 1963—1965, sa ovim dnevnim redom:

1. Izbor delegata SGITH za vanredni kongres Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije u Ohridu u jesen 1964.
2. Informacije o prvim rezultatima istraživanja posljedica zemljotresa na građenvim objektima u Skoplju.
3. Razno.

Sjednici je prisustvovao drug Hasan Šiljak ,predsjednik SGITJ i drug Leopold Seražin, tajnik Društva građevnih inženjera i tehničara Zagreb.

Predsjednik SGITJ obavijestio je članove Odbora SGITH, da se iz tehničkih razloga moralo odustati od namjere održavanja kongresa SGITJ u jesen 1964. u Splitu.

Kako će na kongresu SGITJ biti glavna tema »Razvoj i unapređenje građevinstva u periodu 1964—1970« prema nacrtu 7-godišnjeg plana razvoja jugoslavenske privrede, predsjednik Šiljak je mišljenja, da bi se kongres trebao održati u Beogradu kao sjedištu saveznih političkih i društvenih organa. Međutim, kako je i Zagreb bio ranije u kombinaciji kao kongresni grad, predlaže, da Izvršni odbor do septembra ovo pitanje još jedamput razmotri i o svojoj odluci obavijesti SGITJ. Pretkongresni plenum Glavnog odbora SGITJ održao bi se svakako u Splitu.

Nakon diskusije po svim tačkama dnevnog reda, Izvrši odbor donio je ove

Preporuke i zaključke:

1. Da se na narednoj sjednici Izvršnog odbora ili plenumu SGITH formulira prijedlog u kome gradu — Beogradu ili Zagrebu — treba održati kongres SGITJ, i o tome obavijestiti do kraja septembra Glavni odbor SGITJ.

2. Da prema broju evidentiranih članova od 1. I 1964, koji iznosi 2598 ,i ključu SIGITJ, da na 300 članova i 150 članova više dolazi 1 delegat, na SGITH otpada devet delegata, koji će sudjelovati u radu vanrednog kongresa SITJ ,koji će se održati u jesen 1964. u Ohridu.

Izbor ovih delegata izvršit će teritorijalna Društva građevnih inženjera i tehničara, na koja prema broju članova dolazi: DGIT Zagreb 4, DGIT Rijeka 1, DGIT Split 1, DGIT Osijek 1, DGIT Varaždin 1 i DGIT Pula 1 delegata. Ukupno SRH 9 delegata.

U smislu već odaslanog dopisa svim Društvima, treba izvršiti poimenični izbor delegata i njihova imena s adresom dostaviti ovom Savezu.

3. Prema preporuci SGITJ, saveznog i republičkog sekretarijata za industriju, treba sve članove upoznati sa:

»Informacijom o prvim rezultatima istraživanja posljedica zemljotresa na građevnim objektima u Skoplju« i sa »Zaključcima Odbora za komunalne poslove Savezne Skupštine«, kako bi građevni stručnjaci imali uvida u ovu problematiku i mogli u okviru svojih mogućnosti pomoći u akciji na suzbijanju uočenih slabosti u građevinarstvu ,koju je pokazala skopska katastrofa.

Stručna tehnička dokumentacija (pet svezaka), koju je izradio Institut građevinarstva Hrvatske po ovom pitanju, stajat će na uvid zainteresiranom članstvu u društvenim prostorijama, a potom ustupljena Rijeci, Splitu, Osijeku, itd.

Pored toga predlaže se glavnom uredniku našeg časopisa »Građevinar« da iz ove dokumentacije objavi najinteresantnija poglavlja.

Prvi tajnik:
Milan Jančiković, v. r.

Predsjednik SGITH
Ing. Mišo Bauer, v. r.

JUGOSLAVENSKO DRUŠTVO GRAĐEVINSKIH KONSTRUKTORA

održalo je u Sarajevu svoj III KONGRES KONSTRUKTORA, dana 21. do 27. septembra ove godine.

Na kongresu je bilo prisutno oko 200 građevinskih inženjera konstruktora iz naše zemlje te nekoliko konstruktora iz Austrije, Čehoslovačke, DR Njemačke i Rumunije ,od kojih su neki održali i referate te sudjelovali u diskusijama.

U prisustvu druga Hasana Brkića, predsjednika Izvršnog vijeća SR Bosne i Hercegovine ,kongres je otvorio predsjednik Društva, akademik, univ. prof. Đorđe Lazarević.

U prvom dijelu kongresa održano je 45 referata s diskusijama iz raznih područja djelatnosti građevinskih konstruktora. Referati su obuhvatili: prikaze izvedenih objekata, opća razmatranja o pojedinim objektima i konstrukcijama, ispitivanje materijala i konstrukcija, građenje mostova, građenje stambenih zgrada, industrijskih objekata, i dr.

U drugom dijelu kongresa obuhvaćen je društveni rad. U diskusijama koje su tom prilikom vođene tretiran je niz vrlo aktuelnih problema iz područja djelatnosti građevinskih konstruktora, donesena su i nova pravila Društva, a na kraju radnog dijela kongresa izabran je za novog predsjednika Društva univ. prof. Kruno Tonković iz Zagreba. Kongres je zatim zaključio, da se organizacija IV kongresa konstruktora povjeri Društvu građevinskih inženjera i tehničara SR Slovenije, te da se taj kongres održi 1967. godine, i da se nadalje kongresi redovito održavaju svake treće godine.

Zaključci održanog kongresa bit će objavljeni čim bude posve sređen čitav kongresni materijal. Pojedini referati s kongresa bit će objavljeni u našim stručnim časopisima.

Već sada bismo mogli ukratko navesti četiri vrlo značajna problema, koja su bila na kongresu iznesena, a njihovo rješavanje je postavljeno kao zadatak u daljnjem radu Društva. To su:

1. Potrebno je dostignuća naših građevinskih konstruktora izvući iz dosadašnje anonimnosti, a uz to više angažirati autore tih smionih radova u djelatnost ovog Društva.

2. Potrebno je što prije izdati suvremene propise iz svih područja građevinskog konstruktorstva, te izdati tehničke uvjete za izvedbu raznih objekata.

3. Nameće se nužnost povećanja tehničke kontrole i evidencije rada, te rezultata takve kontrole, koja mora biti provedena u području projektiranja i u izvođenju objekata.

4. Potrebno je povećati nastojanja za ekonomičnim građenjem ,no ne samo u smjeru iznalaženja tačnijih metoda projektiranja nego i u smislu analiza postavki za izgradnju nekog objekta, usporedbenim analizama različnih mogućnosti, te povećanom suradnjom stručnjaka koji su zaduženi administracijom investicija, projektanata, nadzornih službi, s drugovima zaduženim organizacijom izvođenja.

O svi tim problemima bit će više podataka izloženo u zaključcima kongresa, koje ćemo u ovom časopisu prvom prilikom također objaviti.

Sastavni dio kongresa bio je i trodnevni obilazak velikih objekata i gradilišta duž pruge Sarajevo—Ploče, na rijeci Trebišnjici i drugih. Tom prilikom učesnici ove ekskurzije upoznali su se i s nizom turističkih i historijskih znamenitosti na relaciji Sarajevo—Mostar—Dubrovnik—Sutjeska.

Bibliografija

ISTRAŽIVANJE U HIDROTEHNICI (HYDROTECHNICKÝ VÝZKUM)

Autori: Prof. Dr Ing. Jaroslav Čabelka i Doc. Dr Ing. Pavel Novak. Izdanje: ČEŠKÁ MATICE TECHNICKÁ, Praha 1964.

Knjiga (340 stranica) predstavlja prvi dio kompleksnog djela o hidrotehničkom istraživanju, koje ostvaruje tijesnu vezu teorije s eksperimentima i s tehničkom praksom na području hidrodinamike. Sa svojih 12 poglavlja knjiga tretira hidrotehničko istraživanje na smanjenim modelima vodograđevina u laboratorijskim uvjetima, metodiku istraživanja, te svrhu i značenje za teoriju i tehničku praksu.

Navest ćemo naslove svih poglavlja da bi se dobio kratak uvid u sadržaj knjige: Uvod u hidrotehničko istraživanje, Teorija sličnosti za istraživanja u hidrotehnici, Metodika rada, Laboratorijska oprema, mjerne metode i instrumentalna tehnika, Modelsko istraživanje sistema pod tlakom, Modelsko istraživanje riječnih korita i regulacija tokova, Modelsko istraživanje ustava, pregrada i hidroelektrana, Modelsko istraživanje plovnih postrojenja na tuzemnim plovnim putevima, Modelsko istraživanje industrijskih, sanitarnih i melioratívnih uređaja, Modelsko istraživanje morskih građevina, Istraživanje na modelima sa uzduhom, Hidrotehnički laboratoriji u ŠSSR i Međunarodno udruženje za hidraulička istraživanja (IAHR — AIHR).

Iz ovih poglavlja se vidi kakav napredak je postignut na području istraživanja hidrotehničkih problema u ČSSR, kakav je današnji stav tog istraživanja s obzirom na potrebe zemlje i prema razvoju hidrotehnike u svijetu uopće.

Cijelo djelo je predviđeno u više knjiga. U drugoj knjizi bit će izneseni problemi i iskustva o hidrauličkim i mehaničkim mjerenjima na hidrotehničkim objektima u prirodi. Treća knjiga će (prema najavi autora u uvodnom dijelu ove, prve, knjige) sadržavati istraživanja hidrodinamičkih problema metodama analogije i diferencijalnim analizatorima, te probleme strujanja podzemnih voda.

Već ova knjiga pokazuje da su njeni autori stručnjaci s mnogogodišnjim iskustvom na području eksperimentalnog istraživanja i odlični poznavaoci cjelokupne problematike iz oblasti hidrotehnike. Prema navedenoj literaturi, kojom su se autori služili, očito je da su pregledali gotovo cjelokupnu svjetsku stručnu dokumentaciju na polju hidrodinamičkog istraživanja.

U drugom poglavlju su autori iznijeli glavne zakone mehaničke sličnosti i teoriju dimenzionalne analize, dok se još u svakom od narednih poglavlja detaljno obrađuje primjena mehaničke sličnosti na onu grupu hidrodinamičkih problema, koje dotično poglavlje obrađuje.

Jedanaesto poglavlje (6 stranica) opisuje ukratko o istraživanju na modelima pomoću zraka. Autori su se ograničili samo na primjere iz riječne hidraulike. S obzirom da eksperimentalne metode istraživanja hidrotehničkih problema pomoću modela s puhanjem uzduha uzimaju u najnovije vrijeme sve više maha, možda se je ovo poglavlje trebalo proširiti i na ispitivanje modela pod tlakom tj. navesti i po koji primjer iz drugih grupa problema osim riječne hidraulike.

Međutim, ako uzmemo u obzir da su se autori, kako je u uvodu knjige navedeno, ograničili u glavnom na probleme koji su istraživani u ČSSR, i to u građevinskim hidrotehničkim laboratorijima, onda se to ne može smatrati nedostatkom, tim više što se hidromehanička oprema kod njih istražuje u strojarskim hidraulički mlaboratorijima, gdje se u većoj mjeri obavljaju pokusi i sa uzduhom.

Knjiga je ilustrirana s brojnim fotografijama modela, laboratorijske opreme i instrumenata, a među teorijskim i empiričkim izrazima, rezultati istraživanja prikazani su i mnogobrojnim dijagramima.

Stil i način prikazivanja teorije mehaničke sličnosti te dimenzionalne analize su veoma pristupačni svakom inženjeru istraživaču, a mnogobrojna navedena literatura iz područja hidrodinamičkog istraživanja bit će veoma korisna za sve one koji žele produbiti svoje znanje iz specijalnih oblasti.

Knjiga bi trebala da bude ne samo sastavni dio svake knjižnice u hidrotehničkim laboratorijima, već i svaki nastavnik hidraulike odnosno hidrodinamke naći će u njoj veoma praktične metode prikazivanja i najkompleksnijih problema iz područja istraživanja u hidrotehnici.

Dr ing. J. Grčić

NAŠE GRAĐEVINARSTVO, Beograd, God. XVII, br. 7 — 1964: Miloš Jarić: Aktuelni problemi građevinarstva. — Zdravko Joksić: Zavisnost veličine modula stišljivosti M_E od postignutog stepena zbijenosti kod krupnozrnatih nekoherentnih materijala i faktori koji utiču na dobijene vrednosti.

Broj 8 istog časopisa: Petar Bosnić: Uzroci deformacija obzida u jednom delu tunela »Osenik«. — Riko Rosman: Razne metode proračunavanja naboranih nosača i cilindričnih ljuski te upoređenje rezultata. — Milovan Bošnjak: Neiskorišćene mogućnosti pri projektovanju.

Broj 9: Advan Dizdarević: Izrada Franki-šipova i osvrt na neke probleme tog fundiranja. — Vladislav Pešić: Savremeno prilaženje problemu akustike prostorija, I.

CESTE I MOSTOVI, Zagreb, God. XII, br. 4—5/1964: Ervin Majetić: Provođenje saobraćajno-odgojne akcije na temu »Starajmo se o ispravnosti i pravilnoj upotrebi svjetlosnih uređaja na vozilima. — Inž. Mladen Kozomara: O smjerokazima na putevima u SAD. — Inž. Branimir Babić: O izgradnji gradske magistrale Sarajevo—Ilidža. — Ervin Majetić: Saobraćajna ogledala na cestama. — Boris Kale: Veliki zadaci pred radnom zajednicom. — W. H. Owens: Odmarališta za korisnike autoputeva. — Inž. Branko Bjelogrlić: Sposobnost kolovoza kao osnova za dimenzioniranje fleksibilnih kolovoznih konstrukcija. — Inž. Mutimir Kodžić: Rezultati brojenja saobraćaja na cestama SR Hrvatske u 1962. i 1963. godini. — Milan Šporčić: Likovi naših zasluženih cestograditelja. — Bibliografija. — Informacije.

Broj 6—7 istog časopisa:

Dr inž. Josip Grčić: O mehanici prenošenja snijega vjetrom. — Inž. Mutimir Kodžić: Autoput Zagreb—Split. — Inž. Mensur Derviškadić: Savjetovanje Društva za puteve Bosne i Hercegovine o sedmogodišnjem planu razvoja putne mreže u periodu od 1964—1970. godine. — Inž. Branko Bjelogrlić: Odnos indeksa sposobnosti saobraćajnog opterećenja i kolovozne konstrukcije. — Inž. Predrag Braunović: Program realizacije opitnih dionica na putu Paraćin—Zaječar. — Milan Šporčić: Enciklopedija građevinskih strojeva. — Gradnja cesta, mostova, tunela i motela u Bugarskoj. — Tri graditelja mostova u Budimpešti. — Inž. Zdravko Joksić: Organizacija i opremljenost službe održavanja puteva u Francuskoj. — Prikaz radova na izgradnji autoputa od Esterela do Azurne obale. — Inž. Mladen Kozomara: Projektovanje puteva u SAD i Tehnički propisi. — Iz inozemnih časopisa.

GRADBENI VESTNIK, Ljubljana, God. XIII, Broj 1—1964: Inž. Lojze Kerin: Neke osnovne teze i smjernice za razvoj vodnog gospodarstva. — Inž. Janko Bleiweis: Hidraulično ispunjenje stupova za hlađenje kod termoelektrana. — Inž. Josip Vitek: Tragedija u Vajtonu. — Inž. Jože Kolar: O problemima kanalizacije mjesta Postojne. Inž. Stane Jesih: Razvoj elektrifikacije na području Ljubljane. — Inž. Janko Bleiweis: Nagrada Jugoslavenskog društva hidrauličara. — Inž. Marjan Pregelj: Most »Evropa« dovršen.

Broj 2 istog časopisa:

Inž. Ljudevit Skaberne, Inž. Branko Vasle: Iskustva GIP »Gradis« pri industrijalizaciji građenja stambenih objekata u Lubljani. — Inž. arh. Blaž Vogelnik, Inž. arh. Niko Seliškar: Viseća fasada. — Dipl. Ing. Hermann Erythropel: Razvoj korištenja elektrofilterskog pepela i troske iz termoelektrana. — Dragan Raič: Propisi o gradnji investicionih objekata u drugim republikama. — B. F.: Lake građevne ploče »Novolit«. — S. B.: III kongres konstruktora.

Broj 3 istog časopisa:

Inž. Marjan Ferjan: Hidroizolacija ljubeljskog tunela. — Anton Grimšičar: Kvaliteta mineralnih agregata za gradnju cesta. — Inž. Branko Ozvald: Direktno dimenzioniranje drvenih ploča u odnosu na postojeće kriterije. — Inž. Sergej Bubnov: Industrijalizacija stambene izgradnje u Sloveniji s obzirom na sigurnost od potresa. — Janko Hercog: Kompleksna problematika financiranja stambene izgradnje. — Dragan Raič: Propisi o gradnji investicionih objekata u drugim republikama. — S. B.: Gradbeni centar Slovenije — informacijsko središte građevinarstva. — Bibliografija.

Broj 4 istog časopisa:

Franc Rupert i Inž. Marko Šlajmer: Izgradnja naselja Vlae i Vodno u Skoplju. — Inž. arh. Marko Deu: Montažne kuće 4001 D i 40—60 poduzeća Jelovica. — Inž. Janez Dolenc: Montažne kuće poduzeća Termika u naselju Donje Vodno. — Leopold Novak: Elementi kuća poduzeća Edilit za Vlae. — Jože Štebe: Montaža kuća Edilit u naselju Vlae. — Vijesti.

Broj 5 sadrži: Inž. Alfonz Dobovišek: Razvoj željeznice na području SRS. — Inž. Venčeslav Funtek: Ekonomska opravdanost gradnje pruge Prešnica—Koper. — Inž. Alojz Poljanšek: Pruga Prešnica—Koper. — Inž. Zdravko Macarol: Održavanje gornjeg stroja kolosijeka .— D. R.: Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja dnevnika o izvođenju radova i obračunske knjige. — Vijesti.

Dvobroj 6—7 sadrži: Inž. Janko Kovačec: Hidroelektrana SD 1 na Dravi. — Inž. Vlado Slokan: Toplana Ljubljana. — Inž. Zdravko Macarol: Održavanje gornjeg stroja kolosijeka, nastavak. — Inž. Janez Dolenc: Montažne kuće poduzeća Termika u naselju Donje Vodno, nastavak. — Franc Rupert: Ekonomika izgradnje naselja Vlae u Skoplju. — Vijesti.

Željezara Sisak

TELEFON: 21-22
TELEX: 02-158
BR. RAČUNA KOD NARODNE BANKE SISAK 405-11/1-3

Željezara Sisak osvojila je proizvodnju novog sistema skelaža, pod nazivom skelaža tipa »VEZES« i skelaža tipa »KSK«.

BRZOMONTAŽNI »KSK« SISTEM građevinske skelaže predstavlja tehničko i ekonomsko poboljšanje dosadašnjih sistema skelaže, a pogodan je za građenje u velikim visinama i za velika opterećenja, te praktičan za sve vanjske i unutrašnje radove.

Svi osnovni oblici sastavljaju se bez upotrebe spojnica i bez ključa, a samo u specijalnim oblicima konstrukcija, a koje proširuju univerzalnost primjene — upotrebljava se univerzalna kombajn spojnica, koja se u takvim slučajevima ulaže na mjesta, gdje ne može kliznuti, pa je povećana i sigurnost »KSK« sistema.

Brzomontažni »KSK« sistem skelaže usprkos svoje univerzalnosti u primjeni, sastoji se od svega četiri osnovna konstruktivna elementa:

1. montažnih cijevnih okvira,
2. brzomontažnih horizontalnih i dijagonalnih vezača,
3. Elastičnih kombajn spojnica,
4. pomoćnih štapova — utikača od betonskog željeza.

Sva skelaža »KSK« sistema može se sistematizirati u tri glavne grupe:

I. Fasadna skela »KSK« - sistema za 500 m².
Proračunska maksimalna korisna visina 43,0 m, moguća širina polja 2,85 — 3 m.

II. Tornjevi za građevinska dizala.
Proračunska građevna visina 43 m, nosivost 1000 kg.

III. Prostorne nosive podgrade za građenje hala, mostova i viadukata.
Građevna visina prema načinu ukrućenja i statičkom proračunu.

Kombinacijom slaganja elemenata dobivamo tešku i laganu fasadnu skelu; mali i veliki toranj i nosivu podgradu za opterećenje 600 kg/m².

Prednost ove skelaže je sigurnost i ekonomičnost, kako zbog jednostavne i brze montaže, što predstavlja uštedu u radnoj snazi, tako i zbog laganog prenosa i prijevoza. I univerzalna primjena koja je uslovljena velikim brojem kombinacija sastavljanja i sklapanja raznih montažnih konstrukcija, predstavlja prednost ove skelaže.

Sve to omogućava znatna olakšavanja kod izvođenja građevinskih radova, a time omogućava i sniženje cijene istih.

U KONSTRUKCIJE TIPA »VEZES« SPADAJU

1. Fasadna cijevna skela sa spojnicom,
2. Cijevni podupirači za građevinarstvo,
3. Skela za dizalicu.

Fasadna cijevna skela sastavljena je od četiri osnovna elementa:

— cijevi 48, 25/3,25 mm u dužini 1,6 i 2,4 i 5 m,
— spojnice tip »VEZES«,
— umetka,
— oslonca.

Standardne dimenzije fasadne skele su ove:

Visina 22 m, dužina 22,5 m, širina 1,3 m. Cijevi iz kojih se izrađuju skele mogu biti bešavne i šavne, zaštićene od korozije temeljnom bojom. Elementi cijevne fasadne skele mogu se upotrijebiti za izradu svih vrsta skela u građevinarstvu, kao npr. skela za fasadu, lakih pokretnih, teških nosivih, tribina, krovnih nosača i dr. Skela je ekonomična u pogledu svoje izrade kao i transporta, održavanja i uskladištenja.

Prodajna jedinica skele je 500 m².

Spojnice za cijevi tip »VEZES« izrađene su iz kvalitetnog čeličnog lima, a mogu biti jednostruke, dvostruke i okretne. Služe za spajanje dviju cijevi, a prednost im je što je vijak nadomješten klinom, što omogućava:

jednostavno rukovanje,
brzu montažu,
sigurnost u radu,
lako održavanje,
dug vijek trajanja.

CIJEVNI PODUPIRAČ tipa »VEZES« izrađen je iz čeličnih cijevi dimenzije ∅ 60,3 × 3,6 i 48,3 × 3,2 mm. U građevinarstvu služi za podupiranje podova i oplate kod stropova, navoja, greda i dr., a u rasponu visina 1,9 — 3,35 m.

Zamjenom gornje cijevi s posebnim produženim umetkom ili cijevi iz fasadne skele, moguće je prema potrebi podupiranje raspona i preko 3,35 m visine. Podupirač je težak 18 kg, a od alata za zabijanje klina služi čekić težine 0,5 kg.

Cijevni podupirač tipa »VEZES« ispitan je u Institutu za građevinarstvo SRH, te su s obzirom na nosivost dobiveni rezultati prikazani u donjoj tabeli. Nosivost je izražena u kilogramima, a zavisna je o broju udaraca čekićem težine 0,5 kg po klinu

Broj udaraca	Nosivost
1	3.250
2	6.400
3	7.650
4	8.150
5	8.500
6	8.600

Pod brojem udaraca podrazumijeva se ukupan broj udaraca od početka zabijanja klina čekićem težine 0,5 kg. Za normalnu upotrebu podupirača, uz korisnu nosivost od 500—750 kg, dovoljan je jedan jači ili dva slabija udarca.

SKELA ZA DIZALICU montažnog je tipa i služi za normalnu građevinsku plato dizalicu nosivosti 1000 kg. Visina skele za dizalicu je 21 m, a tlocrtna veličina od 2,135/2,135 m.

Skela je izrađena od čeličnih cijevnih elemenata, koji međusobno učvršćeni i povezani tvore toranj za dizalicu. Težina skele s platoom bez motora za pogon iznosi 2.220 kg.

Kombinacijom elemenata skele za dizalicu dobivamo različita skladišta, garaže, pomične skele i dr.

Statički proračun i ispitivanje, kako elemenata tako i cijele skele za dizalicu tip »VEZES« XII izvršio je Institut građevinarstva SRH. Skela za dizalicu tip »VEZES« XII po svojoj konstrukciji i faktoru sigurnosti u potpunosti odgovara svojoj namjeni.

Prema podacima konstruktora Ing. Krunoslava Kljakovića i Viktora Štrbenca, sastavila: U. K.

